

EL POTENCIAL AROMÁTICO DE LAS VARIEDADES DE VID CULTIVADAS EN GALICIA

Mar Vilanova¹ y José Maria Oliveira²

¹ Misión Biológica de Galicia
(CSIC-Pontevedra)

² Centro de Ingeniería Biológica
(Universidad del Miño-Braga)

1. INTRODUCCIÓN

El aroma del vino es de una enorme complejidad, por una parte debido al gran número de compuestos que interviene y por otra a la gran variabilidad de concentraciones. Además, cada compuesto presenta su propio umbral de percepción olfativo que muchas veces está condicionado por el conjunto de otros compuestos presentes en el vino [1,2].

Esta composición aromática del vino está relacionada con el desarrollo de las diferentes etapas de producción y con el trabajo en bodega desarrollado por el enólogo, pero fundamentalmente es el reflejo de la uva inicial, en particular de la variedad y del "terroir".

Además, se sabe que mientras que el perfil cualitativo varietal depende estrictamente del cultivar, las cantidades relativas de cada compuesto, y por lo tanto sus características sensoriales dependen del "terroir", que incluye todos los parámetros que afectan a una zona vitícola, como son el clima, el suelo y las prácticas de cultivo [3]. Así, aun cuando una variedad de uva se encuentre en zonas geográficas alejadas y sea vinificada usando técnicas diferentes, el vino resultante poseerá ciertas cualidades inherentes a la tipicidad de la variedad. Por lo tanto, la identificación y cuantificación de los compuestos aromáticos presentes en la uva empleada en la elaboración del vino, es esencial ya que define, en gran medida, su calidad [4].

Los compuestos aromáticos presentes en las variedades de vid pertenecen a las familias de terpenos, C₁₃-norisoprenoides, alcoholes, compuestos en C₆, ácidos grasos, fenoles volátiles y otros compuestos como lactonas, compuestos carbonilados o aldehídos (Tabla 1). Dependiendo del origen, el aroma de un vino se clasifica en varietal, pre-fermentativo, fermentativo y post-fermentativo.

Terpenos y C₁₃-norisoprenoides. Son las familias de compuestos más relacionados con la tipicidad de las variedades de vid. Estos se encuentran en la uva de dos formas, como compuestos volátiles libres y como compuestos glicosilados o precursores (fracción ligada del

aroma). Los compuestos glicosilados conforman una importante reserva de aromas varietales, el potencial aromático, que a través de su hidrólisis pueden generar compuestos aromáticos incrementando las características aromáticas del producto final [5-11].

Los terpenos y C₁₃-norisoprenoides representan la base de la tipicidad de las variedades aromáticas ya que contribuyen de forma significativa al aroma varietal de los vinos debido a su bajo umbral de detección olfativa, así como a su calidad aromática [12].

Los principales terpenos, incluyendo los más interesantes desde el punto de vista olfativo, son linalol, nerol, geraniol, citronelol, α-terpineol, Ho-trienol, óxidos monoterpénicos, óxidos de linalol y diendoles. Los diendoles terpénicos no tienen propiedades olfativas de interés pero pueden actuar como precursores puesto que dan lugar a otros compuestos aromáticos como Ho-trienol u óxido de nerol.








La degradación de los carotenoides da lugar a norisoprenoides. De ellos, los de 13 átomos de carbono, C₁₃-norisoprenoides, tienen interesantes propiedades aromáticas por sus bajos umbrales de percepción. Los C₁₃-norisoprenoides están presentes en la uva fundamentalmente en forma de precursores glicosídicos. Entre ellos destacan los precursores de las iononas y de la β-damascenona.

2. LA VITICULTURA ATLÁNTICA. VARIEDADES GALLEGAS

La viticultura atlántica se sitúa en el noroeste de Península Ibérica que incluye Galicia y el norte de Portugal, donde se cultivan variedades comunes de vid (*Vitis vinifera*).

En Galicia las variedades blancas más cultivadas son Agudelo, Albariño, Blanco Legítimo, Caíño Blanco, Dona Branca, Godello, Loureira y Treixadura. Entre los cultivares tintos los más destacados son Brancellao, Espadeiro, Caíño Tinto, Loureiro Tinto, Mencía, Mouratón, Pedral y Sousón.

Tabla 1. Familias aromáticas más importantes y descriptores aromáticos de los compuestos más comunes identificados en la uva

Familia	Compuesto		Descriptor
Alcoholes		Alcohol bencílico	Almendra
		2-feniletanol	Rosa
		1-butanol	Hierba cortada
		1-propanol	Fruta
Compuestos en C ₆		Hexanol	Resina de pino
		<i>E</i> -3-hexenol	Hierba cortada
		<i>Z</i> -3-hexenol	Hierba cortada
		<i>E</i> -2-hexenol	Hierba cortada
		<i>Z</i> -2-hexenol	Hierba cortada
Terpenos		Linalol	Floral, rosa
		Nerol	Floral, rosa, lima
		Geraniol	Floral, geranio, rosa
		Citronelol	Cítrico, limón verde
		α -terpineol	Pino, lirio
		4-terpineol	Nuez moscada
		Ho-trienol	Tilo
		Limoneno	Cítrico, limón
		Farnesol	Floral, lirio
C ₁₃ -norisoprenoides		α -ionona	Violeta
		β -ionona	Violeta
		β -damascenona	Manzana, miel, floral
		3-oxo- α -ionol	Especias, tabaco
		α -ionol	Frambuesa
		β -damascona	Fruta, tabaco
		Teaspirano	Té
		Vomifoliol	Floral
Ácidos grasos		Ácido propanoico	Lácteos
		Ácido butanoico	Mantequilla, queso
		Ácido hexanoico	Queso de cabra
		Ácido octanoico	Rancio, graso
		Ácido decanoico	Cera, rancio, graso
Fenoles volátiles		Eugenol	Clavo
		4-etilfenol	Fenol, cuero
		4-vinilguayacol	Curry, clavo, especiado
		4-vinilfenol	Medicinal, tinta
		Vainillina	Vainilla
		Guayacol	Humo, fenol
Otros		Metionol	Col cocida
		Benzaldehído	Almendra amarga
		Acetaldehído	Manzana pasada

Descriptores aromáticos de los diferentes compuestos [13-15]

2.1. Variedades blancas

El Albariño en Galicia, y Alvarinho en el norte de Portugal, es la variedad blanca más importante de la viticultura atlántica, no solo por su producción sino también por su alta calidad y reconocimiento.

La variedad Albariño ha sido objeto de numerosos estudios [16-29]. Esta variedad estuvo caracterizada por una alta intensidad de aromas florales y frutales debido a su alta concentración de terpenos responsables de estas notas aromáticas.

Ribéreau-Gayon realizó un estudio comparativo de los aromas de diferentes variedades blancas y compara el vino Albariño con vinos elaborados con variedades como Riesling, Muscadelle o Sauvignon Blanc, demostrando que el Albariño era más rico en compuestos terpénicos [4].

Otros estudios desarrollados con esta variedad cultivada en la denominación de origen Rías Baixas [30] mostraron que la variedad Albariño contenía altas concentraciones de terpenos tanto en su fracción libre como en su fracción ligada. En este estudio el vino Albariño estuvo caracterizado por aromas balsámicos, frutales y florales con altos valores de su actividad odorífera contribuyendo así, en gran medida, al aroma.

Otros estudios han permitido estudiar el efecto del "terroir" sobre el aroma del vino Albariño de las diferentes subzonas de la denominación de origen Rías Baixas (Condado do Tea, Val do Salnés, O Rosal y Ribeira do Ulla), tanto a nivel sensorial [31] como a nivel de compuestos volátiles [25,32,33]. A nivel sensorial, el descriptor aromático "manzana" fue el descriptor común a todas las subzonas y los descriptores que marcaron las diferencias entre subzonas fueron la fruta madura, láctico, piña, plátano, pera, cítrico y floral. A nivel de compuestos volátiles, los alcoholes caracterizaron los vinos Albariño de la subzona de O Rosal, terpenos y ésteres etílicos caracterizaron la subzona de Val do Salnés y C_{13} -norisoprenoides, fundamentalmente α -ionona, caracterizaron la subzona de Condado do Tea. Terpenos y alcoholes fueron las familias de compuestos volátiles que diferenciaron los vinos Albariño del norte y del sur de Galicia.

Otros investigadores [34] realizaron un estudio comparativo sobre la composición de dos variedades aromáticas cultivadas en la región de los vinhos verdes (norte de Portugal), Alvarinho (Albariño) y Loureiro (Loureira), variedades muy apreciadas para la elaboración de vinos monovarietales por sus características aromáticas a flores y frutas. Loureiro mostró ser una variedad aromática debido a sus altos niveles de linalol en su fracción libre. Alvarinho, variedad en general más pobre en aromas en su fracción libre que la Loureiro, presentó interesantes niveles de compuestos terpénicos en la fracción ligada al igual que la variedad Loureiro.

Loureiro y Alvarinho son variedades con una gran reserva de compuestos volátiles [28,34]. Esto es muy importante

en la elaboración de vinos ya que estos compuestos, en particular el linalol, pueden ser liberados de su glicósido por enzimas específicos y así contribuir al aroma final el vino. Los compuestos varietales que pueden marcar el aroma de estas variedades parecen ser el linalol, Ho-trienol, α -terpineol y β -damascenona. Los terpenos fueron más importantes en la variedad Loureiro y los C_{13} -norisoprenoides en la variedad Alvarinho.

Por otra parte, el vino Alvarinho es rico en ácidos grasos volátiles y ésteres etílicos, los cuales aportan un carácter afrutado a estos vinos. Loureiro contiene altos niveles de ésteres de ácidos orgánicos y 2-feniletanol, aportando notas frutales y florales a sus vinos.

Otros trabajos llevados a cabo por Oliveira y col. en el norte de Portugal [35,36] mostraron el carácter tropical en los vinos elaborados con la variedad Alvarinho, mientras que los vinos elaborados con la variedad Loureiro mostraron intensas notas a cítricos. En estos trabajos también se indica la posibilidad de discriminar entre estas dos variedades en base a su composición en compuestos en C_6 en su fracción libre, así como por los hidróxidos de linalol en su fracción glicosilada.

Genisheva y Oliveira [29] compararon la composición volátil de todas las variedades blancas de la región de los vinos verdes (Arinto, Azal, Avesso, Batoca, Trajadura, Alvarinho y Loureiro). En su fracción libre, la variedad Loureiro, podía ser fácilmente diferenciada del resto de las variedades blancas por sus importantes niveles de linalol, que se encontraban por encima de su umbral de percepción. En el caso de la variedad Trajadura (Treixadura) fue el geraniol el compuesto dominante, mostrando un perfil más equilibrado en sus compuestos en ambas formas, libre y glicosilada. Por otra parte, la variedad Alvarinho resultó ser más rica en compuestos glicosilados, seguida de Loureiro. En esta fracción, linalol y diendoles volátiles fueron los más abundantes en la variedad Loureiro.

Otras variedades blancas minoritarias cultivadas en Galicia, Blanco Legítimo y Agudelo, también fueron caracterizadas a nivel de compuestos aromáticos [37,38]. Estas variedades son cultivadas fundamentalmente en Betanzos, la zona vitícola situada más al norte de Galicia, donde la maduración de la uva está limitada por la climatología. Los resultados de este estudio mostraron que el octanoato de etilo (aroma a manzana), acetato de isoamilol (plátano), hexanoato de etilo (frutal) y β -damascenona (floral) fueron los aromas predominantes en los vinos elaborados con Blanco Legítimo y Agudelo en Betanzos. Blanco Legítimo resultó ser un vino muy aromático dominado por aromas a cítricos, banana, manzana y piña, mientras que Agudelo, menos aromático que el Blanco Legítimo, presentó niveles medios de aromas frutales.

Varios autores han estudiado la composición aromática de la variedad Godello [21,39,40]. Estos estudios confirman que los aromas frutales son los predominantes debido a los ésteres etílicos generados en la fermentación alcohólica. En cuanto a los aromas primarios, este estudio confirma que β -citronelol, β -damascenona y β -ionona resultaron ser los aromas típicos de esta variedad.

Los vinos elaborados con la variedad Godello cultivada en la denominación de origen Valdeorras fueron estudiados a nivel sensorial por un panel de consumidores [41] y por un panel de catadores profesionales [42]. Los resultados de estos estudios mostraron que los descriptores aromáticos característicos y comunes en ambos paneles eran manzana, melón, floral, cítrico y vegetal.

La variedad Godello también fue estudiada en la zona vitícola de Betanzos [38], donde los compuestos en C_6 fue la familia de compuestos mayoritaria seguida por los terpenos.

Un estudio más reciente compara las características aromáticas de las variedades blancas más importantes cultivadas en Galicia, Loureira, Blanco Legítimo, Torrontés, Treixadura y Albariño, estableciendo relaciones entre la composición volátil y las características sensoriales de los vinos [43]. En este estudio se muestra una alta correlación entre cuatro descriptores sensoriales (intensidad aromática, floral, herbáceo y fruta madura) y los perfiles químicos. Los vinos elaborados con las variedades Blanco Legítimo y Loureira mostraron la mayor concentración de terpenos. A nivel sensorial el vino mejor puntuado, en su valoración global (olfativa y gustativa), fue el vino Albariño.

2.2. Variedades tintas

Diversos trabajos muestran los resultados de los estudios realizados sobre la composición aromática de variedades tintas y sus vinos dentro de la viticultura atlántica. En los últimos años ha habido una tendencia a la recuperación de variedades minoritarias de cultivo tradicional en Galicia. Estos cultivares están bien adaptados a su área de producción y transmiten a sus vinos las características del "terroir" en las que son cultivadas. A pesar de ser minoritaria, la variedad tinta Caíño Tinto es una de las más apreciadas en las denominaciones de origen Rías Baixas y Ribeiro.

Los vinos elaborados con Caíño Tinto, Caíño Longo y Caíño Bravo han sido caracterizados a nivel aromático [44]. Los vinos de Caíño Longo mostraron altas concentraciones de acetatos y ésteres etílicos. Las concentraciones de estos compuestos fueron, sin embargo, comparativamente más bajas en los vinos elaborados con la variedad Caíño Bravo. Desde el punto de vista enológico, el vino elaborado con Caíño Tinto fue el más interesante porque su composición fue más equilibrada. Los compuestos no terpénicos fueron los más abundantes en estas variedades [45].

Otros estudios muestran las características aromáticas de los vinos producidos por otras variedades tintas minoritarias cultivadas en Galicia como son la Castañal y Serradelo [37,46]. Los compuestos que determinaron el aroma en la variedad Castañal fueron los ésteres etílicos y acetatos, la β -ionona, 3-metil-1-butanol, alcohol bencílico y 2-feniletanol. Estos datos sugirieron que los vinos de la variedad Castañal presentaban aromas a frutas (mora) y flores (rosa) [46]. Por otra parte, los compuestos característicos de los vinos elaborados con la variedad tinta Serradelo, variedad también minoritaria cultivada en la zona vitícola de Betanzos, fueron octanoato de etilo y β -damascenona (aromas frutales y florales) [37]. Los compuestos ligados fueron los mayoritarios en los mostos de esta variedad.

El aroma de variedades tintas (Pedral, Sousón, Caíño Redondo, Espadeiro y Mencía) cultivadas en Galicia, y más concretamente en la zona geográfica de la denominación de origen Rías Baixas, fue estudiado por diversos autores [47] con el fin de conocer el potencial aromático de estas variedades. Los resultados de este estudio mostraron que las variedades Caíño Redondo y Pedral alcanzaban las mayores concentraciones de compuestos volátiles. La fracción libre era la predominante en todas las variedades, excepto en Pedral. Todas las variedades tintas estudiadas estuvieron caracterizadas por altas concentraciones de compuestos en C_6 y alcoholes en su fracción libre, especialmente en Caíño Redondo. Sousón y Mencía mostraron similares características en su fracción libre, sin embargo Pedral mostró una importante contribución de compuestos glicosilados o precursores. Esta última variedad estuvo caracterizada por mayores concentraciones de alcoholes, terpenos, fenoles volátiles y C_{13} -norisoprenoides.

Un estudio más reciente muestra las características aromáticas de los vinos elaborados con las variedades Brancellao, Mencía, Merenzao, Mouratón y Sousón, cultivadas en la zona de la denominación de origen Rías Baixas, estableciendo relaciones entre su perfil sensorial y su composición volátil [48]. Los resultados de este estudio mostraron un importante efecto del cultivar en un gran número de compuestos analizados, que variaban significativamente entre los vinos. Los vinos elaborados con la variedad Mencía presentaban las mayores concentraciones de γ -nonalactona, mientras que los vinos de Sousón fueron más ricos en monoterpenos. Sin embargo, no se encontraron diferencias en el contenido en ésteres, debido probablemente al uso de la misma levadura en todas las vinificaciones. En este estudio también se encontraron altas correlaciones entre los descriptores sensoriales (calidad aromática, intensidad aromática, herbáceo y frutas rojas) y la composición volátil de los vinos.

Con respecto a Mencía, un estudio muestra el perfil aromático de los vinos elaborados con esta variedad en

la denominación de origen Valdeorras [49]. El perfil de estos vinos estuvo caracterizado por altos niveles de alcoholes, además de ésteres etílicos y acetatos que aportaron aromas a banana, piña y pera. También estuvo presente en estos vinos la β -ionona con aroma a violetas.

Los vinos elaborados con la variedad Mencía, cultivada en la denominación de origen Ribeira Sacra, también fueron estudiados a nivel sensorial por el panel de catadores de esta denominación [50]. En este estudio se demostró que la zona geográfica aportaba matices diferenciados a los vinos elaborados con esta variedad cultivada en las diferentes subzonas de esta denominación.

Por último, Vilanova y col. [51] desarrollan un estudio sobre la composición volátil de variedad Mencía en las cinco subzonas que engloba la denominación de origen Ribeira Sacra (Amandi, Chantada, Ribeiras do Sil, Ribeiras do Miño y Quiroga-Bibei), en el que se muestran los resultados medios de cuatro cosechas consecutivas. En este estudio se muestra el efecto del "terroir" y de la cosecha sobre la composición aromática de la variedad Mencía. Los resultados concluyeron que la composición de esta variedad estuvo más influenciada por la cosecha que por el "terroir". La fracción glicosilada mostró la mayor variabilidad entre zonas geográficas. Esta variabilidad en terpenos glicosilados puede ser interpretada como un mayor potencial en función de la zona geográfica y la cosecha para expresar estos aromas positivos en los vinos elaborados con la variedad Mencía. La subzona de Ribeiras do Sil, subzona que mostró la mayor ratio de maduración (azúcar/acidez total), alcanzó la mayor concentración de compuestos aromáticos en ambas fracciones, libre y glicosilada. Los compuestos en C_6 y los compuestos carbonilados estuvieron muy influenciados por el grado de maduración.

3. PERFIL AROMÁTICO DE LAS VARIEDADES DE CULTIVO TRADICIONAL EN GALICIA

A continuación se presenta la composición aromática de las variedades blancas y tintas de cultivo tradicional en Galicia, en sus fracciones libre (aromática) y glicosilada (precursores) expresados en composición relativa (%) y en concentración ($\mu\text{g/L}$).

Todas las variedades caracterizadas e incluidas en este libro fueron estudiadas en sus lugares de cultivo en Galicia, zonas vitícolas todas ellas pertenecientes a los ámbitos geográficos de las diferentes denominaciones de origen gallegas o indicaciones geográficas protegidas.

La extracción de los compuestos volátiles y glicosilados fue realizada mediante la técnica de extracción en fase sólida (SPE). La identificación y cuantificación de los compuestos extraídos fue realizada mediante la técnica de cromatografía de gases y espectrometría de masas (GC-MS) [36]. Las concentraciones de los compuestos analizados por cada variedad se corresponden con resultados medios de entre 5 y 10 cosechas dependiendo de la variedad.

Las variedades estudiadas y caracterizadas se muestran a continuación, así como el área geográfica de muestreo.

Las variedades blancas:

Agudelo (IGP Betanzos), Albariño (DO Rías Baixas), Blanco Legítimo (IGP Betanzos), Caíño Blanco (DO Rías Baixas), Dona Branca (DO Monterrei), Godello (DO Valdeorras), Loureira (DO Rías Baixas) y Treixadura (DO Rías Baixas).

Las variedades tintas:

Brancellao (DO Rías Baixas), Caíño Tinto (DO Rías Baixas), Espadeiro (DO Rías Baixas), Loureiro Tinto (DO Rías Baixas), Mencía (DO Ribeira Sacra), Merenzao (DO Valdeorras), Pedral (DO Rías Baixas) y Sousón (DO Rías Baixas).

3.1. Perfil aromático de las variedades blancas

Variedad AGUDELO

La Figura 1 muestra la composición aromática global y las fracciones libre y glicosilada de la variedad Agudelo cultivada en la zona vitícola de Betanzos y expresada en concentración y en composición relativa.

La composición aromática total muestra una mayor concentración de compuestos en su fracción libre (64%) que en forma de precursores (36%), con concentraciones que van desde 224 µg/L en su fracción libre a los 128 µg/L en forma glicosilada. La concentración total de compuestos que marcan el potencial aromático de los mostos de la variedad Agudelo fue de 352 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, en el mosto de la variedad Agudelo encontramos alcoholes, compuestos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos grasos volátiles, fenoles volátiles y otros compuestos.

A nivel global la familia de compuestos mayoritaria fue los compuestos en C₆ que aportan aromas herbáceos y vegetales, y que supuso el 60% de la composición del mosto, seguida por las familias de alcoholes (18%) y terpenos y C₁₃-norisoprenoides (14%) (Figura 2a).

La Figura 2b muestra el reparto de familias aromáticas en el mosto de la variedad Agudelo en su fracción libre, donde los compuestos en C₆ fueron los mayoritarios alcanzando el 89% de esta fracción. Sin embargo, en la fracción ligada (Figura 2c) fue la familia de los alcoholes (46%) la que mostró mayor concentración, seguida muy de cerca por los terpenos y C₁₃-norisoprenoides (36%), sumando entre ambas familias de compuestos el 82% de la fracción ligada.

Figura 1. Composición aromática del cultivar Agudelo en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

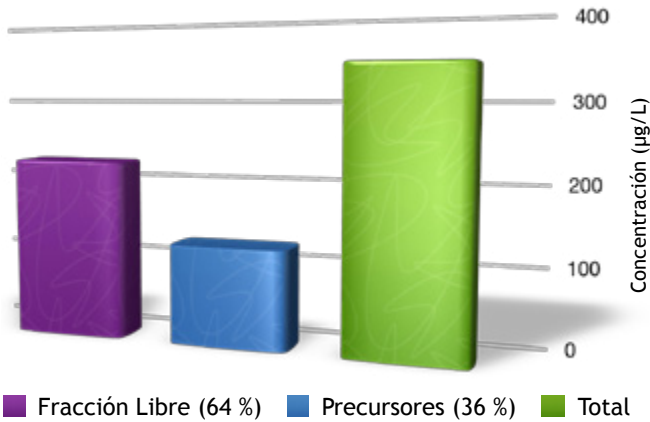
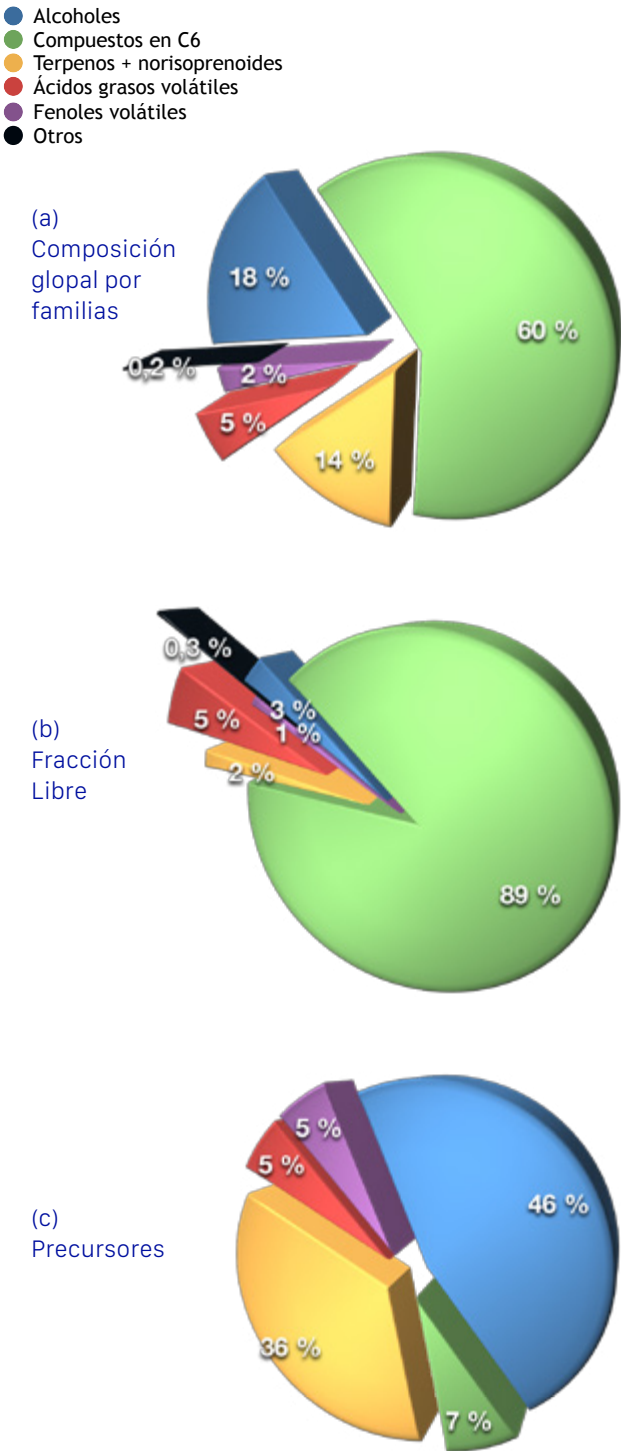


Figura 2. Composición aromática del cultivar Agudelo por familias a nivel global (a) y en sus fracciones libre (b) y glicosilada o precursores (c)



Dentro de los compuestos que marcan el aroma varietal del cultivar Agudelo se encuentran los terpenos y C₁₃-norisoprenoides. En la Figura 3 se observa la superioridad de los precursores del aroma (93%) frente a los compuestos libres (7%). Los valores en concentración fueron de 45 µg/L para la fracción ligada y de 3,5 µg/L para la fracción libre.

Tanto en la fracción libre como en la glicosilada, los terpenos se encontraron en mayores concentraciones frente a los C₁₃-norisoprenoides.

La fracción libre de los terpenos estuvo dominada por los diendoles (2 µg/L, 48% de esta fracción). Dentro de la fracción ligada, el compuesto terpénico mayoritario en la variedad Agudelo fue el linalol junto con sus óxidos e hidróxidos, alcanzando valores de 24 µg/L (55% de los precursores).

Respecto a los C₁₃-norisoprenoides, familia representada únicamente por tres compuestos, se encontraron en concentraciones de 0,36 µg/L en su fracción libre y en 5 µg/L en su fracción ligada, lo que supuso un 11% de cada una de estas fracciones.

En la Figura 4 se representa el perfil aromático varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, del mosto de la variedad Agudelo, tanto en su forma libre como en forma de precursores sobre el total de estas fracciones de compuestos.

Figura 3. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en el cultivar Agudelo en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

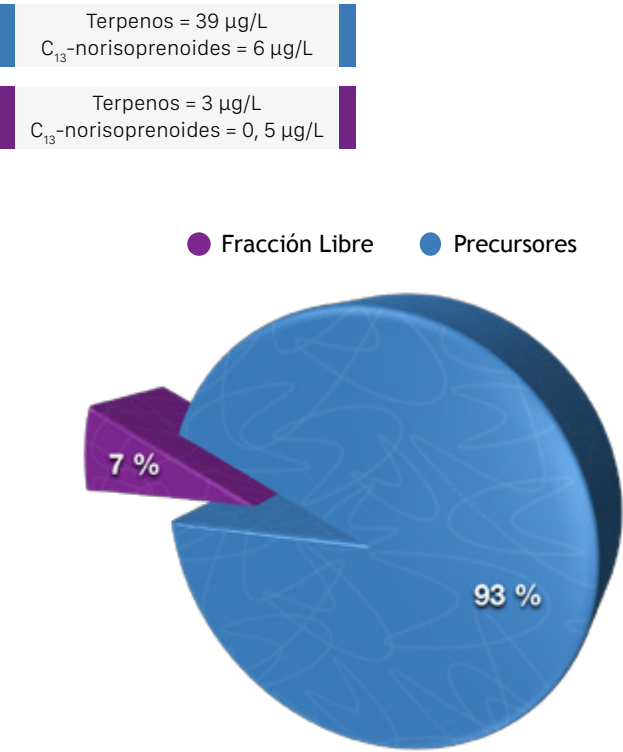
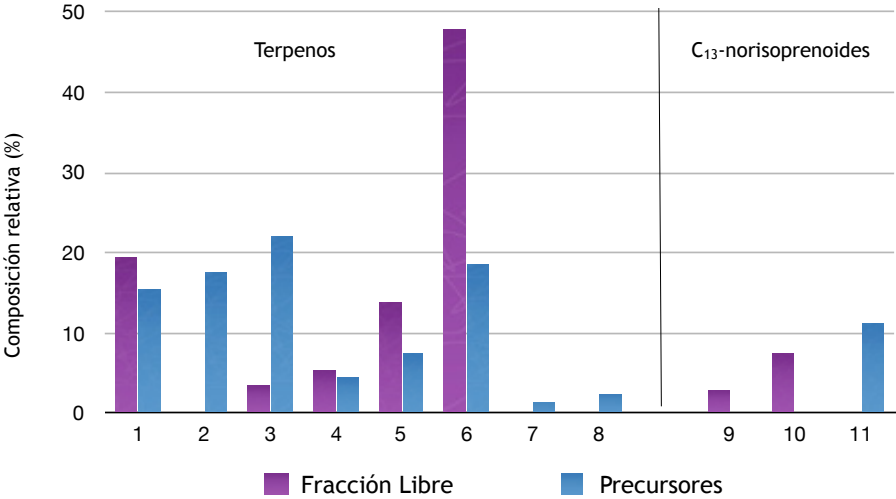


Figura 4. Perfil aromático varietal del cultivar Agudelo. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en sus fracciones libre y glicosilada

Óxidos de Linalol (1); Hidróxidos de Linalol (2); Linalol (3); α-terpineol (4); Geraniol (5); Diendoles (6); Nerol (7); Ho-trienol (8); β-damascenona (9); β-ionona (10); 4-oxo-β-ionol (11)



Variedad ALBARIÑO

La composición aromática de la variedad Albariño a nivel global y en sus fracciones libre y glicosilada (precursores) se muestra en la Figura 5.

La variedad Albariño muestra una mayor concentración de compuestos en su fracción libre, que alcanzó valores de 1.818 µg/L (61% de la composición global), frente a la fracción ligada o precursores que supuso una concentración de 1.156 µg/L (39%). La concentración global media de los años de estudio y que muestra el potencial de esta variedad fue de 2.974 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, en el mosto de la variedad Albariño se identificaron alcoholes, compuestos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos grasos volátiles, fenoles volátiles y otros compuestos.

En su composición global los compuestos mayoritarios fueron los compuestos en C₆ (47% del total), seguidos por los terpenos y C₁₃-norisoprenoides (18%), que se caracterizan por aportar aromas frutales y florales (Figura 6a).

Dentro de la fracción libre (Figura 6b), los compuestos en C₆ resultaron ser los mayoritarios (75%), sin embargo en la fracción ligada o precursores (Figura 6c) fueron los terpenos y C₁₃-norisoprenoides las familias mayoritarias, sumando entre ambas un 40% del total de esta fracción, lo que supone un gran potencial de aromas frutales y florales para el futuro vino. Alcoholes y fenoles volátiles sumaron el 41% de los precursores.

Dentro de los compuestos que marcan el aroma varietal del cultivar Albariño se encuentran los terpenos y C₁₃-norisoprenoides. Estas familias de compuestos se encontraron en la variedad Albariño en mayor concentración en forma de precursores (446 µg/L; 84%) que en su fracción libre (83 µg/L; 16%), sumando un total de 539 µg/L. La superioridad de la fracción glicosilada frente a la libre denota el alto potencial aromático varietal de

Figura 5. Composición aromática del cultivar Albariño en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

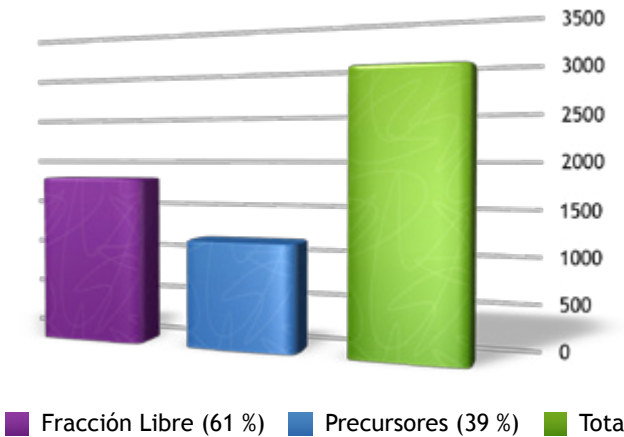
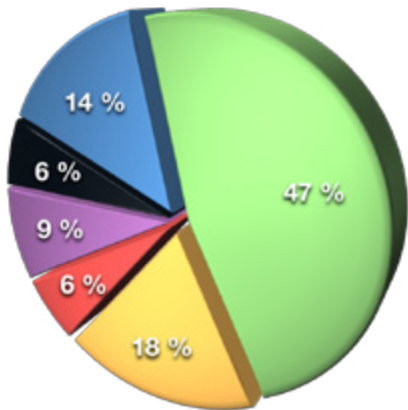


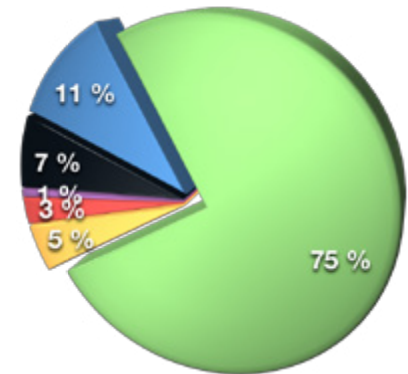
Figura 6. Composición aromática del cultivar Albariño por familias a nivel global (a) y en sus fracciones libre (b) y glicosilada o precursores (c)

- Alcoholes
- Compuestos en C₆
- Terpenos + norisoprenoides
- Ácidos grasos volátiles
- Fenoles volátiles
- Otros

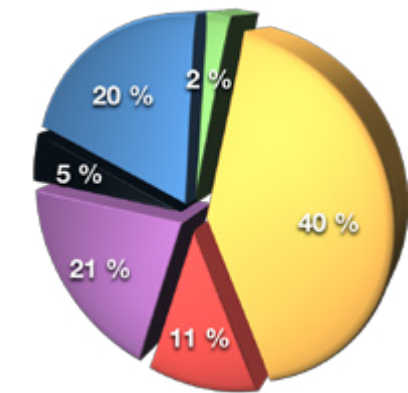
(a) Composición glocal por familias



(b) Fracción Libre



(c) Precursores



este cultivar (Figura 7). Tanto en la fracción libre como en la glicosilada, los terpenos se encontraron en mayores concentraciones frente a los C₁₃-norisoprenoides.

Los terpenos más importantes en la variedad Albariño fueron el linalol y sus óxidos e hidróxidos, lo que supuso el 30% de los compuestos varietales en su fracción libre y el 41% en la fracción ligada, con concentraciones de 25 µg/L y 185 µg/L, respectivamente. Los diendoles mostraron altos niveles en la variedad Albariño, fundamentalmente en su fracción ligada (90 µg/L), lo que supuso 20% de esta fracción.

Otros terpenos presentes en el mosto de la variedad Albariño fueron el geraniol, nerol, limoneno, β-citronelol, α-terpineol, 4-terpineol y Ho-trienol. Todos estos compuestos aportan aromas frutales y florales al mosto. Otro terpeno, el farnesol, se encontró únicamente en su forma libre en un 19% del total de esta fracción. Los C₁₃-norisoprenoides, en la mayor parte de las variedades de vid, se encuentran en la uva fundamentalmente en forma glicosilada, como es el caso de la variedad Albariño, donde la mayor concentración se encuentra en forma de precursores, que cuando son liberados por acción enzimática aportan aromas florales al vino.

En la Figura 8 se representan los perfiles aromáticos varietales, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, del mosto de la variedad Albariño, tanto en forma libre como en forma de precursores sobre el total de estas fracciones de compuestos.

Figura 7. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en el cultivar Albariño en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

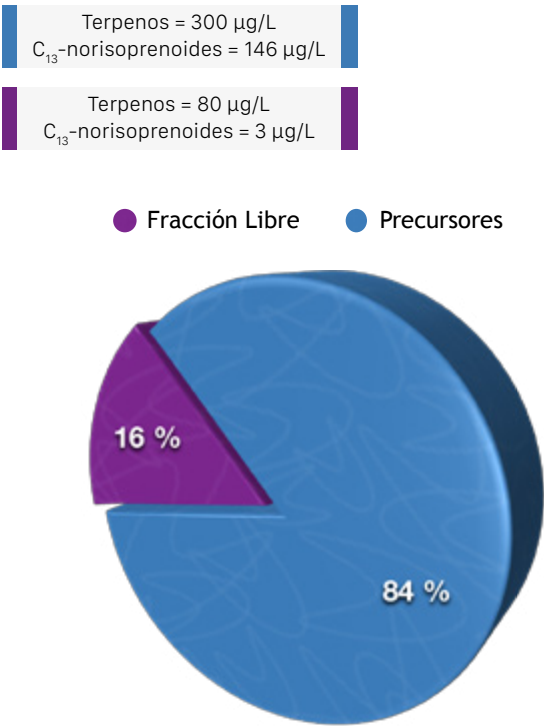
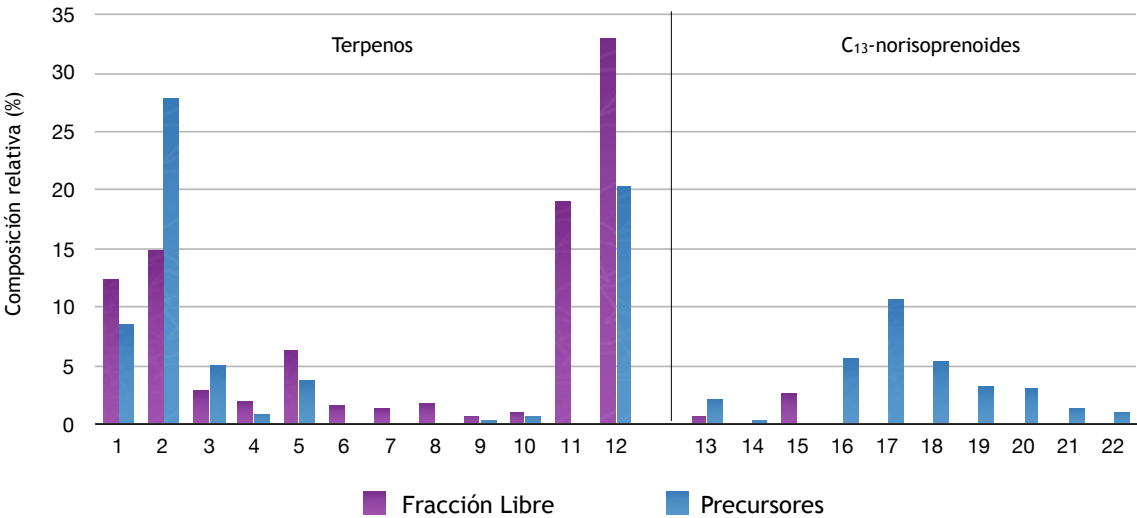


Figura 8. Perfil aromático varietal del cultivar Albariño. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en sus fracciones libre y precursores



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Nerol (4); Geraniol (5); Limoneno (6); Citronelol (7); 4-terpineol (8); α-terpineol (9); Ho-trienol (10); Farnesol (11); Diendoles (12); β-damascenona (13); β-damascona (14); α-ionol (15); 3-hidroxi-β-damascona (16); 3-oxo-α-ionol (17); 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol (18); 3-hidroxi-7,8-dehidro-α-ionol (19); 4-oxo-7,8-dihidro-α-ionol (20); 3,4-dihidro-3-oxo-actinidol (21); megastigma-7-eno-3,9-diol (22)

Variedad BLANCO LEGÍTIMO

La Figura 9 muestra la composición aromática global y en las fracciones libre y glicosilada de la variedad Blanco Legítimo cultivada en Betanzos, zona vitícola situada más al norte de Galicia, y expresada en concentración y en composición relativa.

La composición aromática total muestra una mayor concentración de compuestos en su fracción libre (1.928 µg/L) que en forma de precursores (539 µg/L), lo que representa una concentración relativa del 78% y 22% respectivamente. La composición global alcanzó una concentración de 2.467 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, en el mosto de la variedad Blanco Legítimo volvemos a encontrar, como en el resto de las variedades blancas analizadas, las familias de alcoholes, compuestos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos grasos volátiles, fenoles volátiles y otros compuestos.

A nivel global, las familias compuestos mayoritarias identificadas fueron los compuestos en C₆, que suponen el 52% de la composición del mosto, seguida por la familia de ácidos grasos volátiles y alcoholes (16% en cada una de estas familias) (Figura 10a).

La familia de los compuestos en C₆ dominan la fracción libre (64%) (Figura 10b) donde los alcoholes también tuvieron una buena representación en esta fracción del aroma (17%). El 22% restante de la composición libre la completan el resto de las familias identificadas y cuantificadas en los mostos de esta variedad.

En la fracción ligada las familias mayoritarias fueron los ácidos grasos volátiles (53%), seguidas por las familias de terpenos y C₁₃-norisoprenoides (14%) y alcoholes (12%) (Figura 10c). Los fenoles volátiles en su fracción glicosilada suponen un 9% y los compuestos en C₆ un 7%.

Figura 9. Composición aromática del cultivar Blanco Legítimo en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

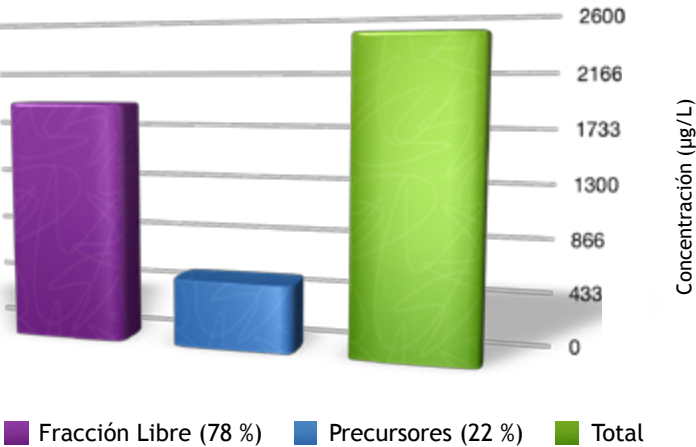
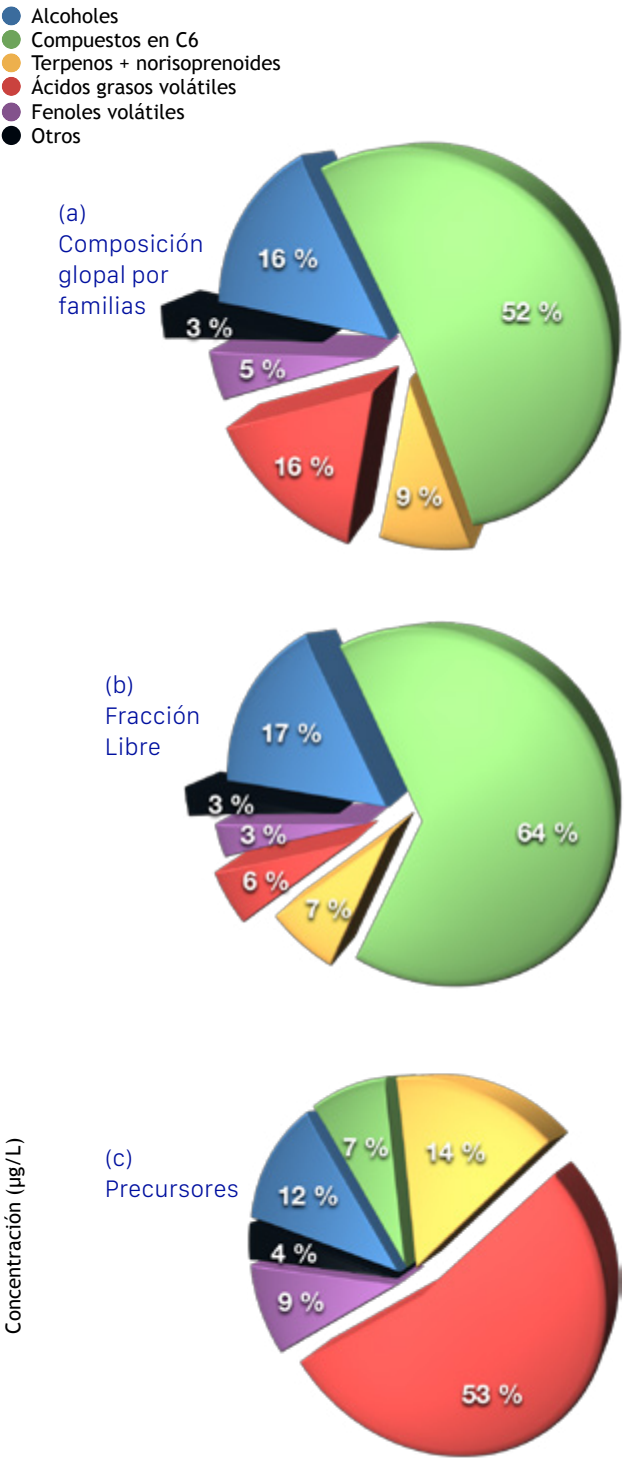


Figura 10. Composición aromática del cultivar Blanco Legítimo por familias a nivel global (a) y en sus fracciones libre (b) y glicosilada (c)



A nivel de compuestos que marcan el aroma varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, en el cultivar Blanco Legítimo se observa que la fracción libre fue superior (54%) a la fracción ligada o precursores del aroma (46%) con concentraciones que van desde los 97 µg/L y 82 µg/L respectivamente (Figura 11). En este caso, tanto en la fracción libre como en la glicosilada, los terpenos se encontraron en mayores concentraciones frente a los C₁₃-norisoprenoides.

Los compuestos terpénicos mayoritarios en la variedad Blanco Legítimo fueron el linalol y sus óxidos en su fracción libre alcanzando valores de 39 µg/L, lo que supone un 41% de esta fracción. En su fracción ligada, el citronelol es el compuesto mayoritario dentro de la familia de los terpenos alcanzando un 24%, seguido por los diendoles (21%).

Entre los C₁₃-norisoprenoides solamente fue identificado y cuantificado un compuesto en su fracción libre, el 3-oxo-α-ionol, que supuso el 31% de la fracción. En la fracción glicosilada fueron identificados cuatro compuestos, siendo el mayoritario, una vez más, el 3-oxo-α-ionol (12%). En la Figura 12 se representa el perfil aromático varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, del mosto de la variedad Blanco Legítimo, tanto en forma libre como en forma de precursores sobre el total de estas fracciones de compuestos.

Figura 11. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en el cultivar Blanco Legítimo en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

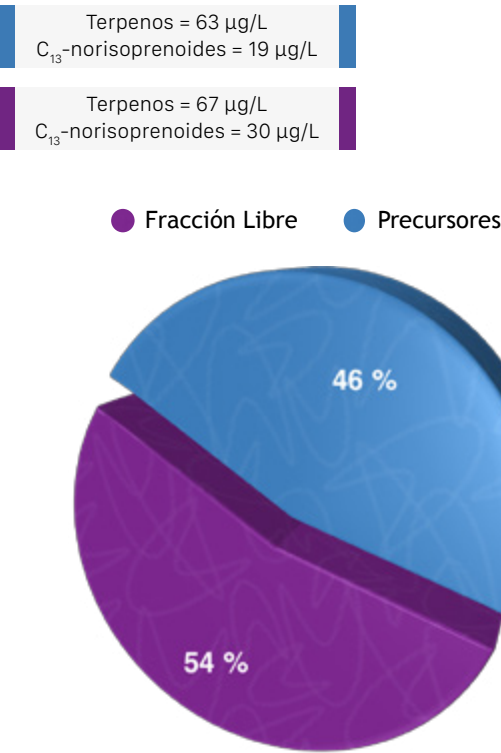
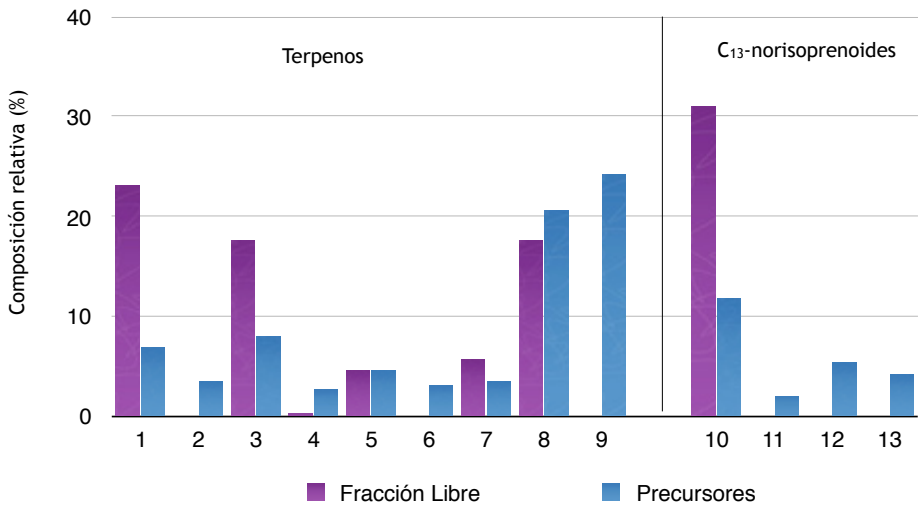


Figura 12. Perfil aromático varietal del cultivar Blanco Legítimo. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en sus fracciones libre y precursores



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); α-terpineol (4); Geraniol (5); Nerol (6); Ho-trienol (7); Diendoles (8); Citronelol (9); 3-oxo-α-ionol (10); 4-oxo-α-ionol (11); 3-hidroxi-7,8-dihidro-β-ionol (12); 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol (13)

Variedad CAÍÑO BLANCO

La Figura 13 muestra la composición aromática total y en sus fracciones libre y glicosilada de la variedad Caíño Blanco cultivada en Galicia, y expresada en concentración y en composición relativa.

La composición aromática total muestra una mayor concentración de compuestos en su fracción libre (2.815 µg/L) que en forma de precursores (1.061 µg/L), lo que representa una concentración relativa de 73% y 27% respectivamente. La composición global alcanzó una concentración de 3.876 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, en el mosto de la variedad Caíño Blanco volvemos a identificar, como en el resto de las variedades blancas analizadas, las familias de alcoholes, compuestos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos grasos volátiles, fenoles volátiles y otros.

A nivel global, los compuestos en C₆ fue la familia mayoritaria que supuso el 64% de la composición del mosto, seguida por la familia de ácidos grasos volátiles (16%) (Figura 14a).

La familia de los compuestos en C₆ dominan la fracción libre (85%) (Figura 14b), sin embargo en la fracción glicosilada o precursores (Figura 14c) son los ácidos grasos volátiles la familia mayoritaria (44%) en esta fracción, seguida por la familia de los terpenos y C₁₃-norisoprenoides (21%) y fenoles volátiles (17%).

A nivel de compuestos que marcan el aroma varietal (terpenos y C₁₃-norisoprenoides) del cultivar Caíño Blanco, en la Figura 15 se puede observar que la fracción glicosilada fue muy superior (69%) a la fracción libre (31%), con concentraciones de 221 µg/L y 97 µg/L, respectivamente.

Figura 13. Composición aromática del cultivar Caíño Blanco en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

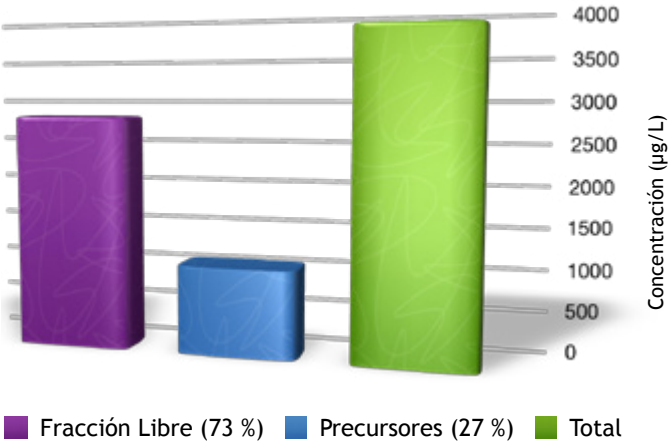
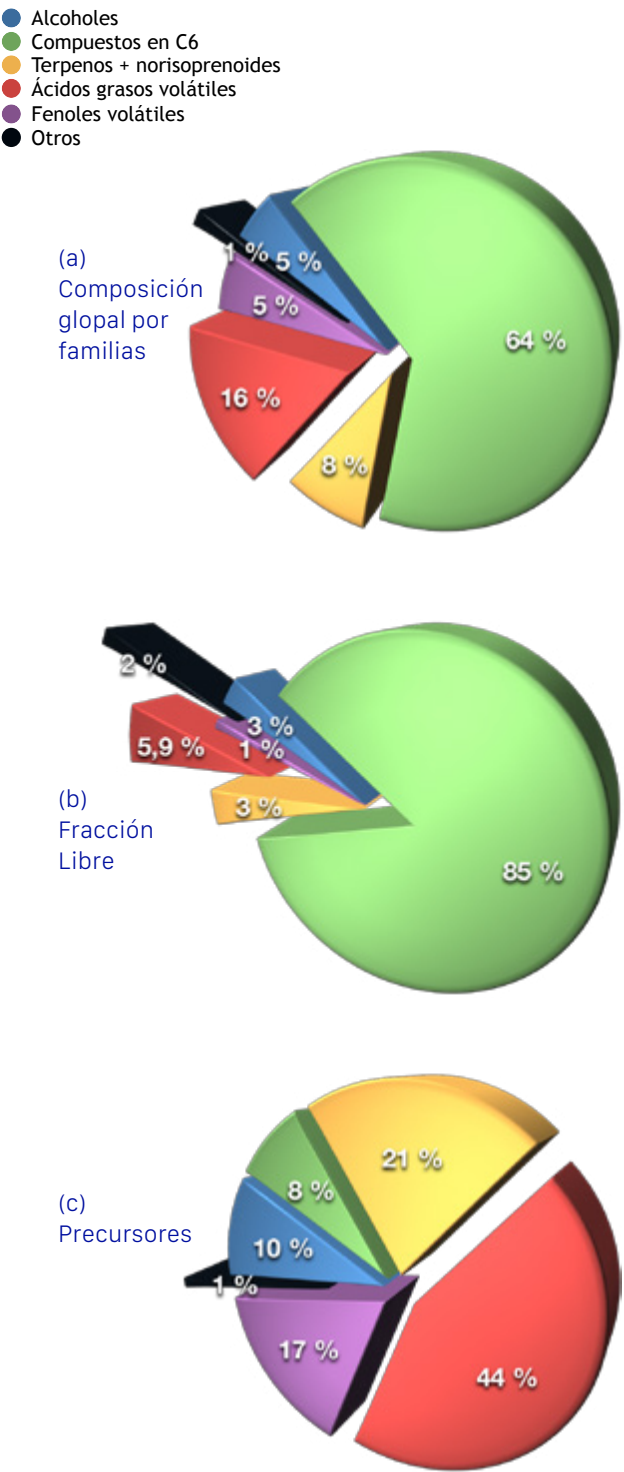


Figura 14. Composición aromática del cultivar Caíño Blanco por familias a nivel global (a) y en sus fracciones libre (b) y glicosilada o precursores (c)



En esta variedad la concentración de terpenos y C₁₃-norisoprenoides en su fracción libre fue similar (49 µg/L y 48 µg/L respectivamente), sin embargo, en la fracción glicosilada la concentración de C₁₃-norisoprenoides (165 µg/L) fue tres veces superior a la de terpenos ligados (56 µg/L) .

El compuesto terpénico mayoritario en la variedad Caíño Blanco en su fracción libre fue el Ho-trienol, alcanzando valores de 27 µg/L, lo que supuso un 28% de los compuestos varietales libres. En su fracción ligada, son los hidróxidos de linalol (25 µg/L), seguidos por el geraniol (10 µg/L) y el α-terpineol (9 µg/L) los compuestos varietales mayoritarios, alcanzando un 11%, 5% y 4%, respectivamente.

Entre los C₁₃-norisoprenoides, 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol fue el mayoritario de la fracción libre (42%; 40 µg/L) y 3-oxo-α-ionol de la fracción glicosilada (62%; 137 µg/L).

En la Figura 16 se representa el perfil aromático varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, del mosto de la variedad Caíño Blanco, tanto en forma libre como en forma de precursores sobre el total de estas fracciones de compuestos.

Figura 15. **Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en el cultivar Caíño Blanco en sus fracciones libre y glicosilada o precursores**

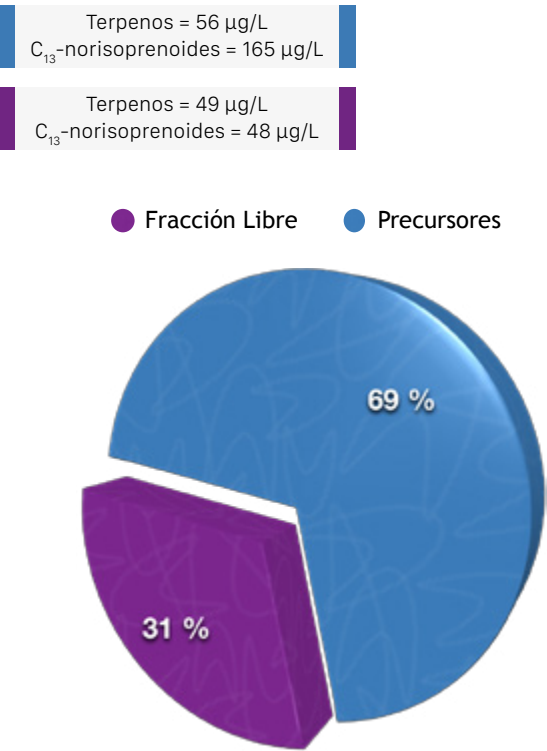
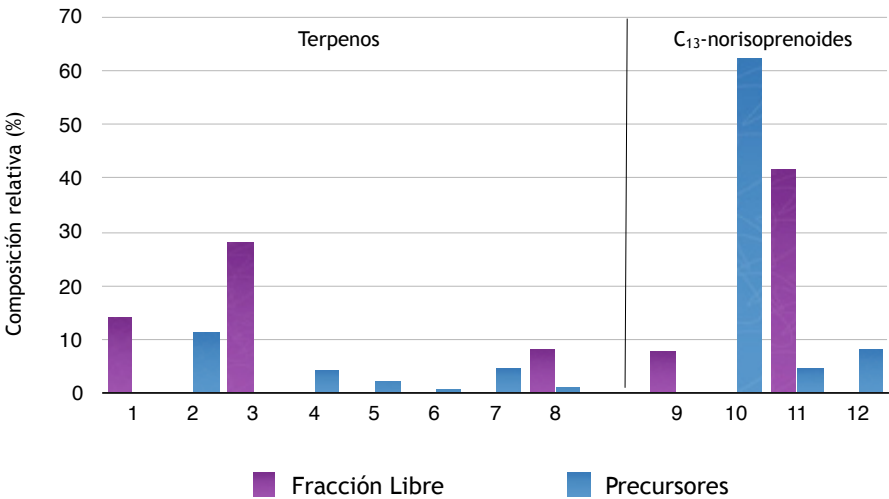


Figura 16. **Perfil aromático varietal del cultivar Caíño Blanco. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en sus fracciones libre y precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Ho-trienol (3); α-terpineol (4); Citronelol (5); Nerol (6); Geraniol (7); Diendoles (8); α-ionona (9); 3-oxo-α-ionol (10); 3-oxo-7, 8-dihidro-α-ionol (11); 4-oxo-7,8-dihidro-β-ionol (12)

Variedad DONA BRANCA

A continuación se muestra la composición aromática global de la variedad Dona Branca expresada en concentración, así como sus fracciones libres y glicosilada expresadas en concentración y en composición relativa respecto al global.

La composición aromática de la variedad Dona Branca (Figura 17) mostró concentraciones muy similares de compuestos aromáticos en su fracción libre (982 µg/L) como en forma de precursores (1.071 µg/L), lo que supone una composición relativa del 48% y 52%, respectivamente. La composición global alcanzó una concentración de 2.053 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, en el mosto de la variedad Dona Branca se identificaron, una vez más, alcoholes, compuestos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos grasos volátiles, fenoles volátiles y otros compuestos.

A nivel global, los alcoholes fue la familia de compuestos mayoritaria que supuso el 27% de la composición del mosto de la variedad Dona Branca, seguida por la familia de los ácidos grasos volátiles y compuestos en C₆, representadas cada una de ellas por un 23% de la composición total (Figura 18a). Los terpenos y C₁₃-norisoprenoides supusieron un 14% de la composición global del mosto.

En la fracción libre (Figura 18b), los compuestos en C₆ fue la familia mayoritaria que alcanzó el 41% de esta fracción, seguida por la familia de los alcoholes (33%).

En la fracción ligada (Figura 18c), la familia de ácidos grasos volátiles fue la mayoritaria (33%), seguida por la familia de los alcoholes (22%). Terpenos y C₁₃-norisoprenoides sumaron un 22% de la fracción ligada. Los fenoles volátiles representaron un 16% de esta fracción.

Dentro de los compuestos que marcan el aroma varietal del cultivar Dona Branca se identificó una mayor proporción de terpenos y C₁₃-norisoprenoides como precursores (79%)

Figura 17. Composición aromática del cultivar Dona Branca en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

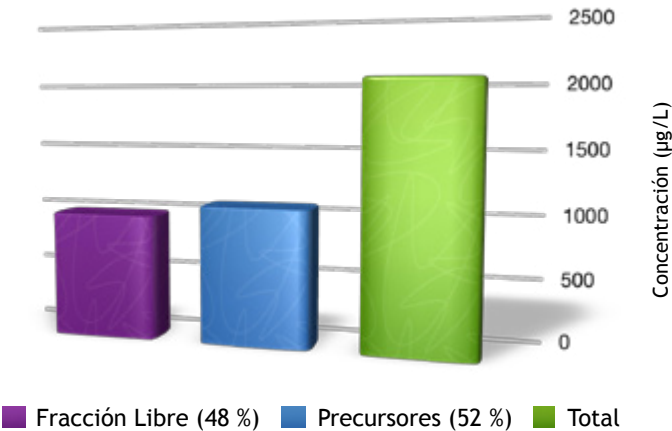
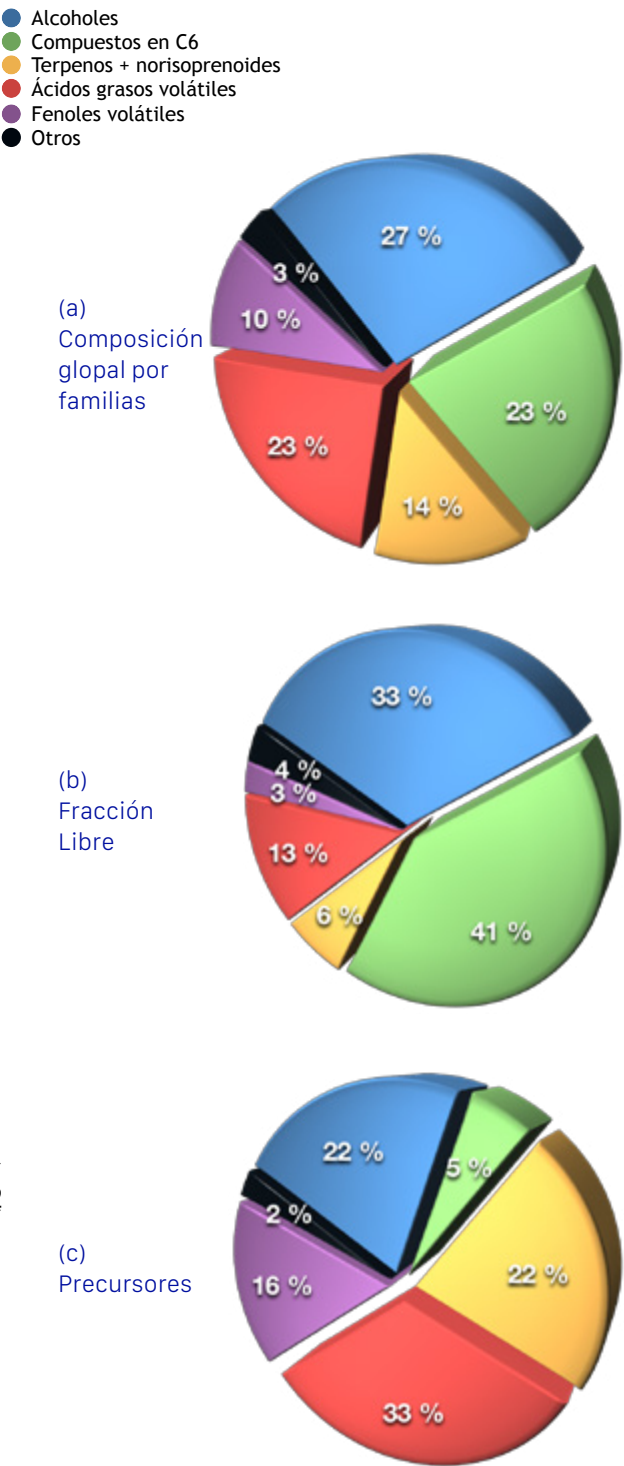


Figura 18. Composición aromática del cultivar Dona Branca por familias a nivel global (a) y en sus fracciones libre (b) y glicosilada o precursores (c)



frente a la composición libre (21%) con concentraciones de 231 µg/L y 63 µg/L, respectivamente (Figura 19).

La concentración de terpenos fue mayor en su fracción glicosilada (226 µg/L) que libre (63 µg/L), sin embargo los C₁₃-norisoprenoides solamente fueron identificados y cuantificados en su fracción ligada y estuvieron representados por un único compuesto (β-ionona) con concentración de 5 µg/L.

El terpeno mayoritario en la variedad Dona Branca fue el linalol junto con sus óxidos e hidróxidos alcanzando un total de 29 µg/L en su fracción libre y de 174 µg/L en su fracción ligada, lo que supuso un 46% y un 76% de la composición varietal en sus fracciones libre y ligada, respectivamente. Otros terpenos con cierta relevancia en los mostos de la variedad Dona Branca fueron Ho-trienol (15%) y geraniol (13%) en la fracción libre.

Los C₁₃-norisoprenoides estuvieron representados en la variedad Dona Branca por un único compuesto, β-ionona (aroma a violetas), que fue identificado y cuantificado únicamente en forma de precursores, alcanzando valores de 5 µg/L (2% de los compuestos varietales en su fracción ligada). Esto supone un alto potencial de aromas florales de esta variedad debido al bajo umbral de percepción de este compuesto.

En la Figura 20 se representa el perfil aromático varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, del mosto de la variedad Dona Branca, tanto en forma libre como en forma de precursores sobre el total de estas fracciones de compuestos.

Figura 19. **Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en el cultivar Dona Branca en sus fracciones libre y glicosilada o precursores**

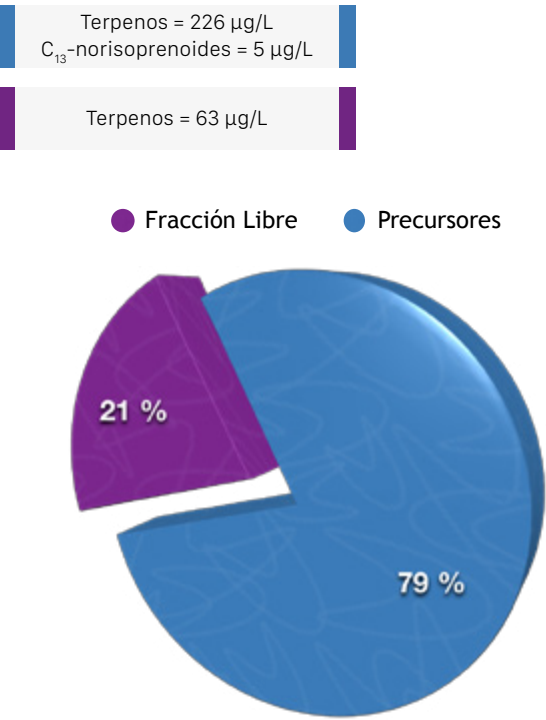
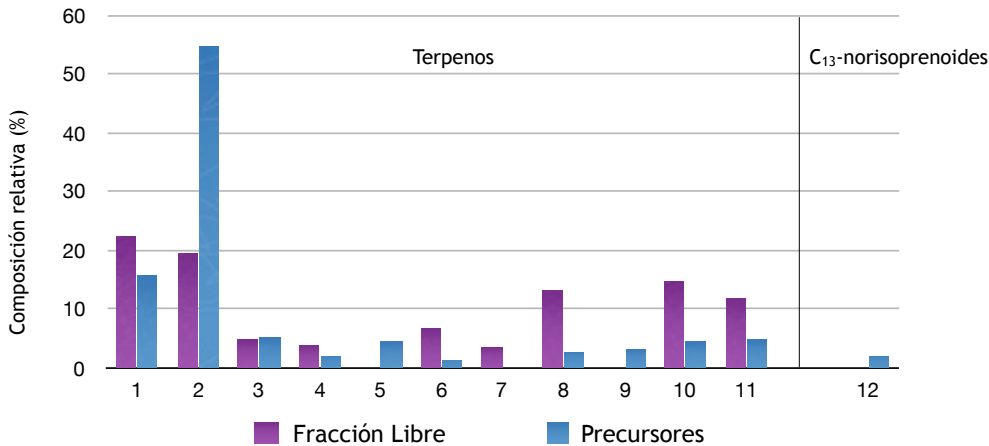


Figura 20. **Perfil aromático varietal del cultivar Dona Branca. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en las fracciones libre y precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); α-terpineol (4); 4-terpineol (5); Nerol (6); Citronelol (7); Geraniol (8); Limoneno (9); Ho-trienol (10); Diendoles (11); β-ionona (12)

Variedad GODELLO

La Figura 21 muestra la composición aromática global y en sus fracciones libre y glicosilada de la variedad Godello cultivada en Galicia y expresada en concentración y en composición relativa.

La composición aromática total muestra, al igual que otras variedades estudiadas, una mayor concentración de compuestos en su fracción libre (2.572 µg/L) que en forma de precursores (265 µg/L), lo que supone un 91% y un 9%, respectivamente, de la composición global, que alcanzó una concentración total de 2.837 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, en el mosto de la variedad Godello se identificaron las familias de alcoholes, compuestos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos grasos volátiles, fenoles volátiles y otros compuestos.

A nivel global, la familia de compuestos mayoritaria fue los compuestos en C₆ alcanzando el 87% de la composición global del mosto, seguida por las familias de alcoholes superiores (7%) y terpenos y C₁₃-norisoprenoides (3%). El 3% restante se reparte en el resto de las familias identificadas y cuantificadas (Figura 22a).

Los compuestos en C₆ fueron los mayoritarios en la fracción libre del mosto de esta variedad (Figura 22b), alcanzando el 96% de esta fracción, sin embargo en la fracción ligada (Figura 22c) fueron los alcoholes los mayoritarios (36%), seguidos muy de cerca por los terpenos y C₁₃-norisoprenoides (30%) y los fenoles volátiles (25%). Dentro de los compuestos que marcan el aroma varietal del cultivar Godello se observa la dominancia de la composición glicosilada de las familias de terpenos y C₁₃-norisoprenoides, lo que supuso un 93% de estos

Figura 21. Composición aromática del cultivar Godello en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

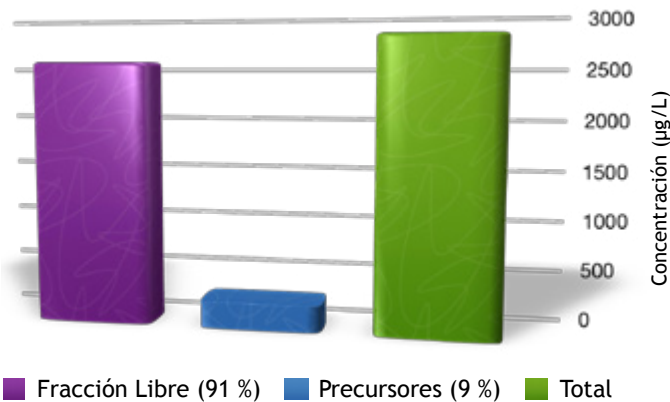
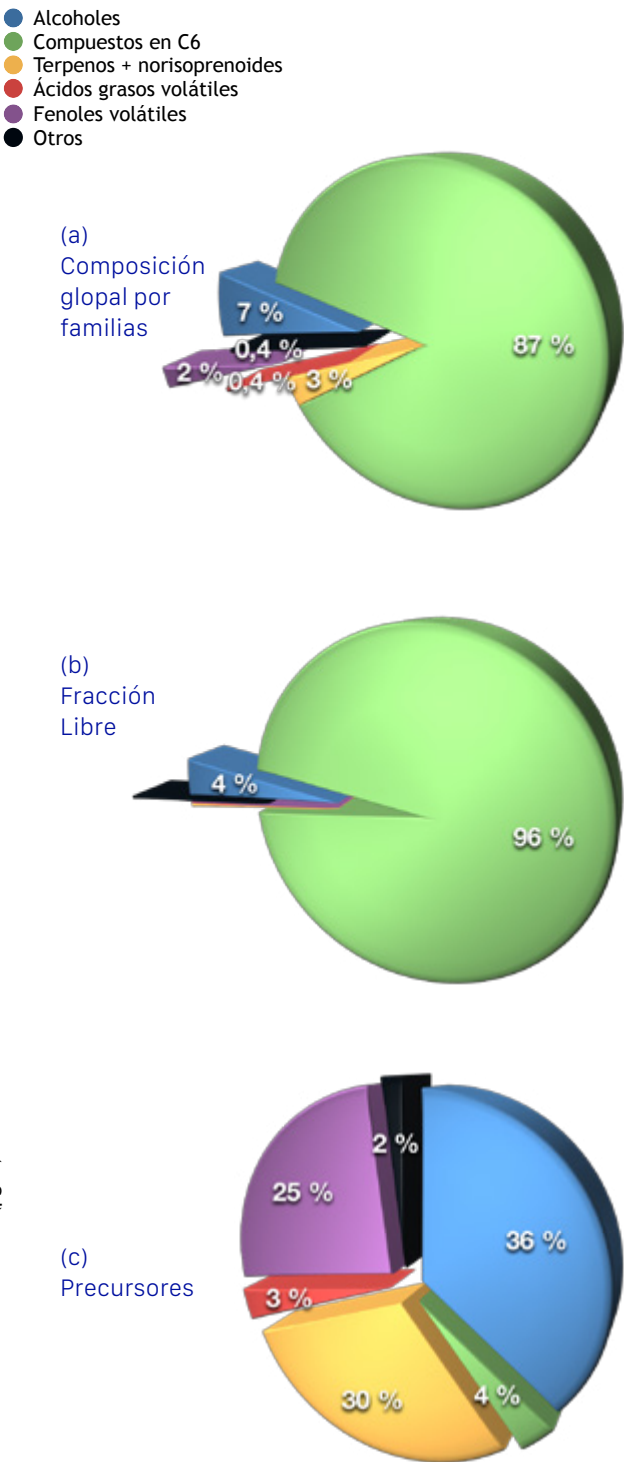


Figura 22. Composición aromática del cultivar Godello por familias a nivel global (a) y en sus fracciones libre (b) y glicosilada o precursores (c)



compuestos frente a la libre (7%) alcanzando concentraciones de 80 µg/L y 6 µg/L, respectivamente (Figura 23). En la variedad Godello, la concentración de terpenos fue mayor en su fracción glicosilada (20 µg/L) que libre (6 µg/L), sin embargo los C₁₃-norisoprenoides solamente fueron identificados y cuantificados en su fracción ligada y con concentración de 60 µg/L superando la concentración de terpenos totales.

El compuesto terpénico mayoritario en la variedad Godello fue el geraniol en su fracción libre (4 µg/L), lo que supuso un 62% del aroma varietal en esta fracción. Sin embargo, fueron los óxidos e hidróxidos de linalol los que dominaron la fracción ligada (15 µg/L; 20%).

La familia de C₁₃-norisoprenoides únicamente fue identificada y cuantificada en su fracción ligada, destacando el 3-hidroxi-β-damascona y 3-oxo-α-ionol que alcanzaron valores de 18 µg/L y 15 µg/L, respectivamente. Ambos compuestos suponen un 41% de aroma varietal en su fracción ligada o precursores.

En la Figura 24 se muestra el perfil aromático varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, del mosto de la variedad Godello, tanto en forma libre como en forma de precursores glicosilados sobre el total de estas fracciones de compuestos.

Figura 23. **Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en el cultivar Godello en sus fracciones libre y glicosilada o precursores**

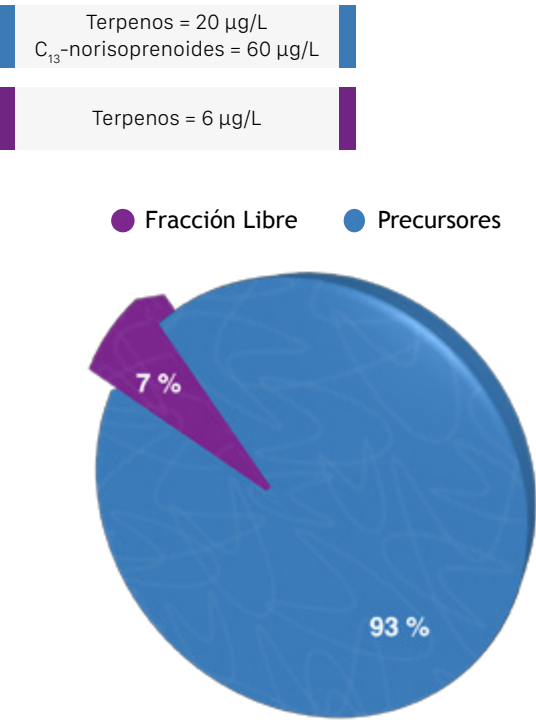
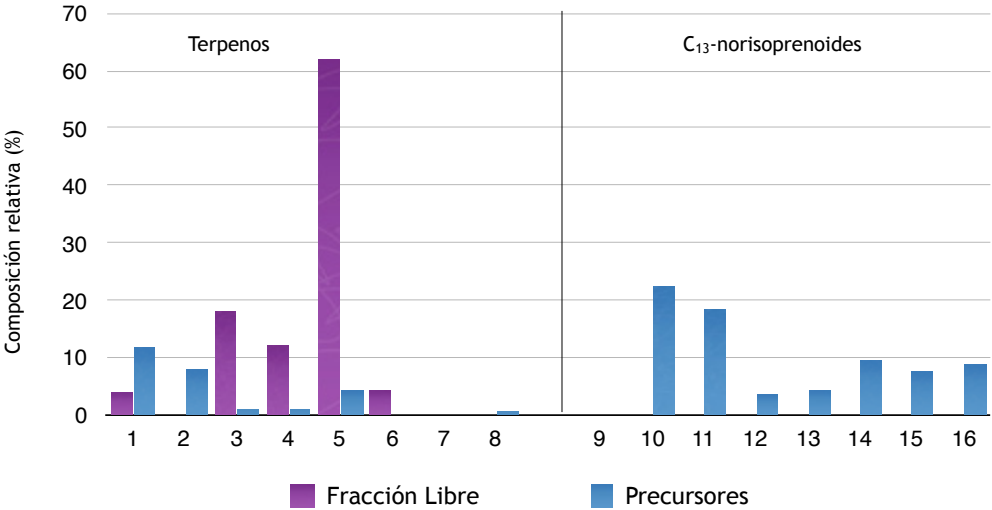


Figura 24. **Perfil aromático varietal del cultivar Godello. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en sus fracciones libre y precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Nerol (4); Geraniol (5); Citronelol (6); Hidroxicitronelol (7); Diendoles (8); β-damascona (9); 3-hidroxi-β-damascona (10); 3-oxo-α-ionol (11); 3,4-dihidro-3-oxo-actinidol (12); 3-hidroxi-7,8-dihidro-β-ionol (13); 4-oxo-7,8-dihidro-β-ionol (14); 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol (15); 3-hidroxi-7,8-dehidro-β-ionol (16)

Variedad LOUREIRA

La composición aromática de la variedad Loureira cultivada en la zona geográfica de la denominación de origen Rías Baixas estuvo caracterizada por una mayor concentración de compuestos en su fracción libre (2.156 µg/L; 72% del total) frente a su fracción glicosilada o precursores (832 µg/L; 28% de total), sumando entre ambas fracciones 2.988 µg/L. Estos resultados se muestran en la Figura 25.

Las familias de compuestos aromáticos identificadas en el mosto de la variedad Loureira fueron alcoholes, compuestos en C₆, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, ácidos grasos volátiles, fenoles volátiles y otros compuestos en menor medida.

A nivel global la familia de compuestos mayoritarios fue los compuestos en C₆ que supusieron el 52% de la composición aromática del mosto, seguida por las familias de terpenos y C₁₃-norisoprenoides (17%) y los ácidos grasos volátiles (14%) (Figura 26a).

En la fracción libre (Figura 26b), los compuestos en C₆ fueron los mayoritarios y alcanzaron un 70% de esta fracción, donde terpenos y C₁₃-norisoprenoides mostraron el 11% de la composición. Sin embargo, en la fracción ligada (Figura 26c), fueron los ácidos grasos volátiles los mayoritarios (36%), seguidos muy de cerca por los terpenos y C₁₃-norisoprenoides (32%), sumando entre ambas familias de compuestos el 68% de la fracción glicosilada. Alcoholes, fenoles volátiles y compuestos en C₆ también se encontraron como precursores.

Dentro de los compuestos que marcan el aroma varietal del cultivar Loureira se observa que las fracciones libres y glicosilada de terpenos y C₁₃-norisoprenoides fueron muy similares (48% y 52%, respectivamente), con valores que van desde 247 µg/L para la fracción libre a 270 µg/L para la fracción ligada, sumando un total de 517 µg/L (Figura 27).

Figura 25. Composición aromática del cultivar Loureira en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

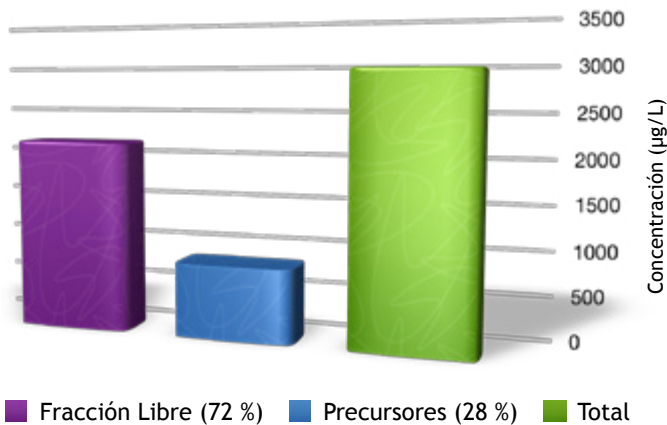
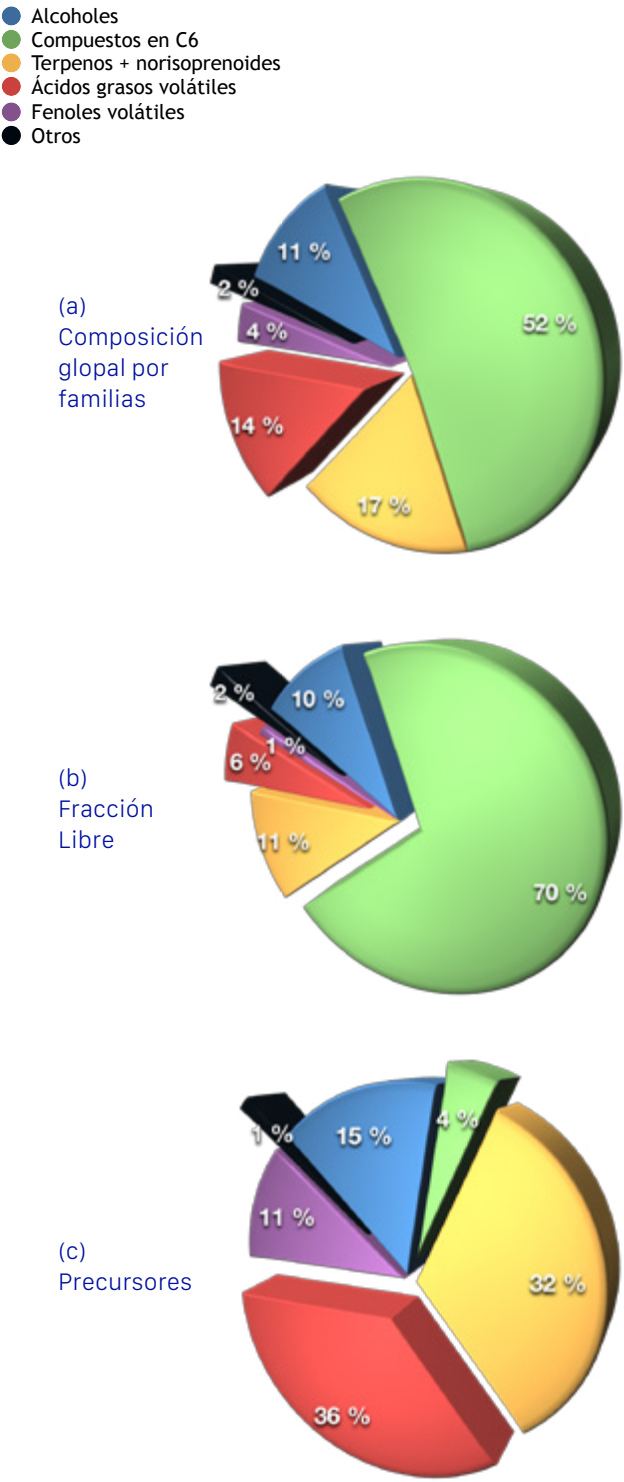


Figura 26. Composición aromática del cultivar Loureira por familias a nivel global (a) y en sus fracciones libre (b) y glicosilada (c)



En la variedad Loureira, la concentración de terpenos fue mayor en su fracción libre (247 µg/L) que en forma de precursores o glicosilados (151 µg/L), sin embargo, os C₁₃-norisoprenoides solamente fueron identificados y cuantificados en su fracción ligada y alcanzaron una concentración de 119 µg/L (44% de los precursores varietales), lo que supone un alto potencial de aromas florales para esta variedad.

El compuesto terpénico mayoritario en la variedad Loureira fue el linalol que junto con sus óxidos alcanzaron valores de 208 µg/L en su fracción libre, lo que supuso el 84% de esta fracción. En la fracción ligada el linalol, junto con sus óxidos e hidróxidos, mostraron una concentración de 68 µg/L (25% de esta fracción). Los diendios también mostraron altas concentraciones en su fracción glicosilada (71 µg/L; 26%). Otros terpenos presentes en el mosto de la variedad Loureira fueron el nerol, geraniol, 4-terpineol, α-terpineol y Ho-trienol.

Por otra parte, los C₁₃-norisoprenoides estuvieron representados por tres compuestos, de los cuales 3-hidroxi-7,8-dehidro-β-ionol mostró la mayor concentración, que supuso un 33% de la fracción varietal ligada.

En la Figura 28 se representa el perfil aromático varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, del mosto de la variedad Loureira, tanto en forma libre como en forma de precursores sobre el total de estas fracciones de compuestos.

Figura 27. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en el cultivar Loureira en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

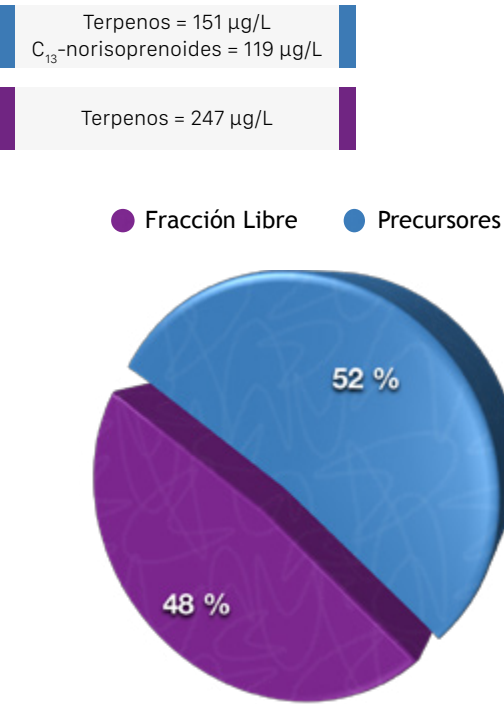
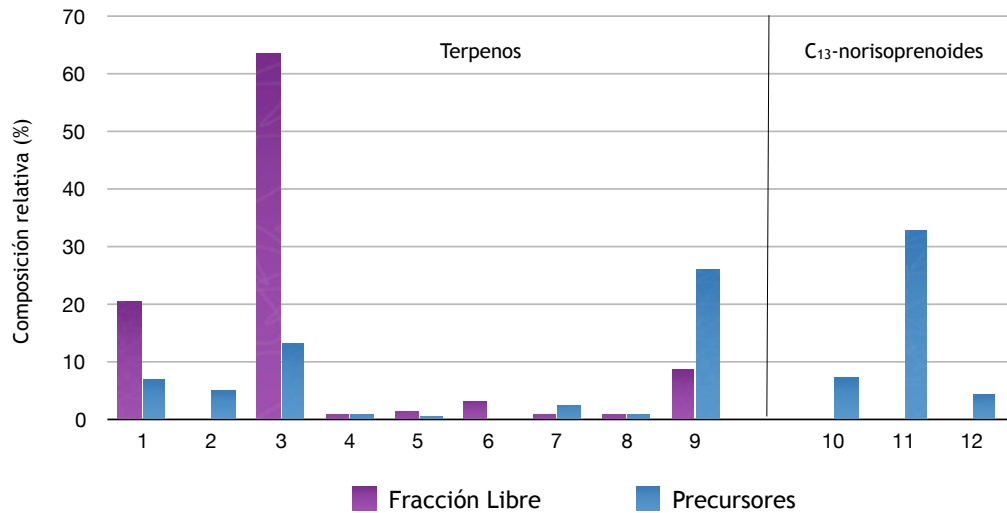


Figura 28. Perfil aromático varietal del cultivar Loureira. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en sus fracciones libre y precursores



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Nerol (4); Geraniol (5); 4-terpineol (6); α-terpineol (7); Ho-trienol (8); Diendios (9); 3-oxo-α-ionol (10); 3-hidroxi-7,8-dehidro-β-ionol (11); 4-oxo-7,8-dihidro-β-ionol (12)

Variedad TREIXADURA

La Figura 29 muestra la composición aromática global y de las fracciones libre y glicosilada de la variedad Treixadura cultivada en la denominación de origen Rías Baixas, y expresada en concentración y composición relativa.

La composición aromática a nivel global muestra una mayor concentración de compuestos en su fracción libre (3.592 µg/L; 94%) que en forma de precursores (215 µg/L; 6%). La concentración global media de los años de estudio fue de 3.807 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, en el mosto de la variedad Treixadura se identificaron alcoholes, compuestos en C₆, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, ácidos grasos volátiles, fenoles volátiles y otros compuestos.

A nivel global la familia de compuestos en C₆ fue la familia mayoritaria que alcanzó el 82% de la composición aromática total del mosto, seguida por la familia de alcoholes, terpenos, C₁₃-norisoprenoides y ácidos grasos volátiles, sumando un total del 16% (Figura 30a).

En la fracción libre (Figura 30b), los compuestos en C₆ fue la familia mayoritaria (86% de esta fracción), sin embargo en la fracción ligada (Figura 30c) los compuestos mayoritarios resultaron ser las familias de terpenos y C₁₃-norisoprenoides (39%), seguidas muy de cerca por los compuestos en C₆ (32%), sumando entre ambas familias de compuestos el 71% de la fracción ligada.

Dentro de los compuestos que marcan el aroma varietal o tipicidad del cultivar Treixadura (terpenos y C₁₃-norisoprenoides), en la Figura 31 se observa que sus fracciones libre y glicosilada estuvieron muy próximas en su composición relativa (49% y 51%, respectivamente), con valores de concentración de 81 µg/L para la fracción libre y 83 µg/L para la fracción ligada, sumando un total de 164 µg/L. En la variedad Treixadura, la concentración de terpenos fue mayor en su fracción libre (64 µg/L) que en la

Figura 29. Composición aromática del cultivar Treixadura en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

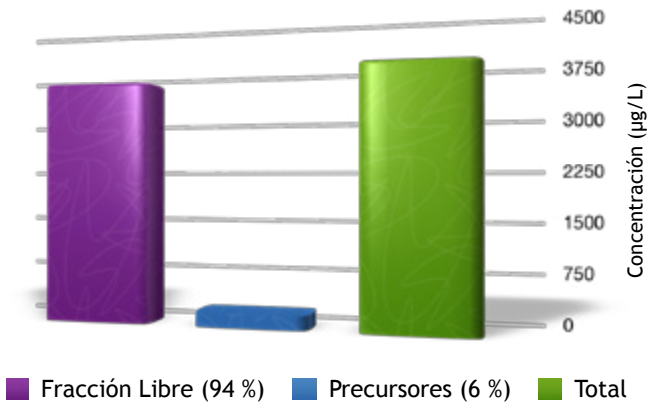
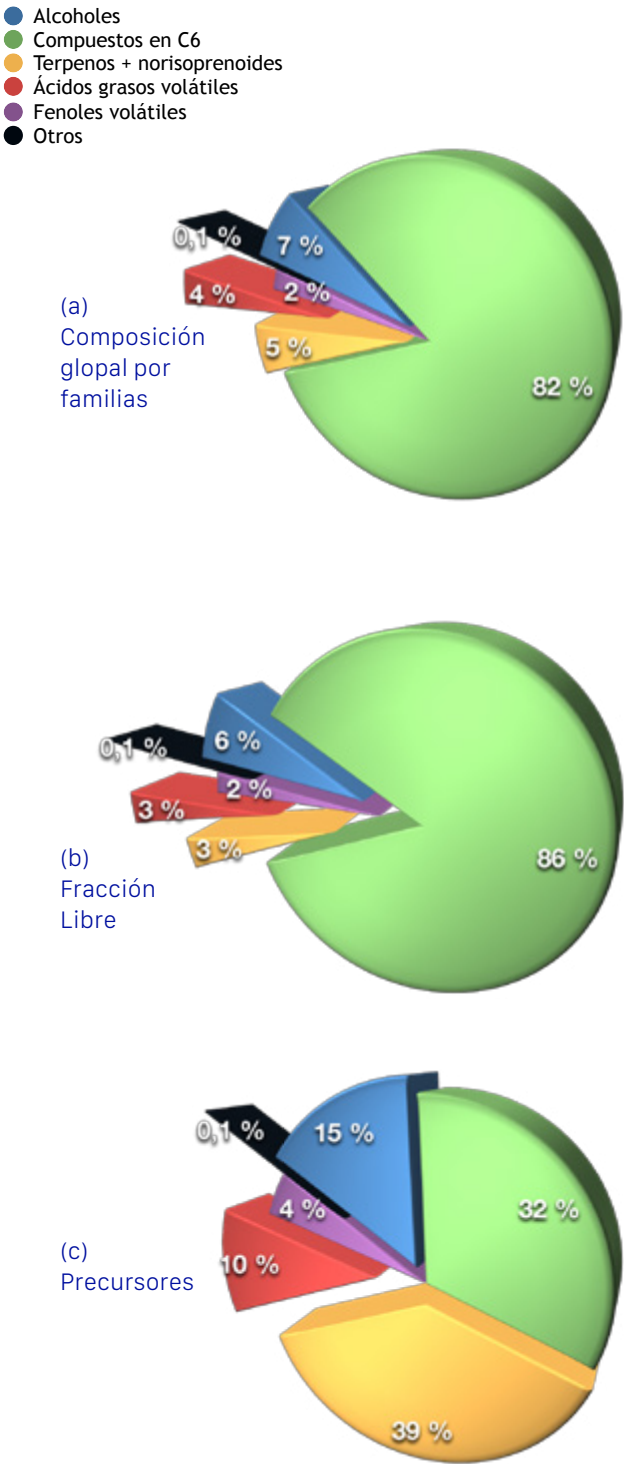


Figura 30. Composición aromática del cultivar Treixadura por familias a nivel global (a) y en sus fracciones libre (b) y glicosilada (c)



glicosilada (55 µg/L), sin embargo los C₁₃-norisoprenoides alcanzaron mayor concentración en su fracción ligada (28 µg/L) frente a la libre (17 µg/L).

El compuesto terpénico mayoritario en la variedad Treixadura fue el geraniol que alcanzó valores de 32 µg/L en su fracción libre y 23 µg/L en su fracción ligada, sumando un total de 55 µg/L. La suma de ambas fracciones libre y glicosilada supone un 33% de geraniol en el total de los compuestos varietales identificados y cuantificados en el mosto.

El limoneno es el segundo compuesto mayoritario en la variedad Treixadura tanto en su fracción libre como glicosilada (20 µg/L y 14 µg/L, respectivamente), alcanzando un 21% del total de los compuestos varietales identificados y cuantificados.

Entre los C₁₃-norisoprenoides cuantificados el teaspi-rano fue el mayoritario en su fracción libre (9 µg/L), sin embargo en la fracción ligada fue la β-damascenona el compuesto mayoritario, alcanzando una concentración de 14 µg/L. Ambos compuestos sumaron un 17% del total de los compuestos varietales cuantificados en el mosto de la variedad Treixadura.

En la Figura 32 se representa el perfil aromático varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, del mosto de la variedad Treixadura, tanto en forma libre como en forma de precur-sores sobre el total de estas fracciones de compuestos.

Figura 31. **Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en el cultivar Treixadura en sus fracciones libre y glicosilada o precursores**

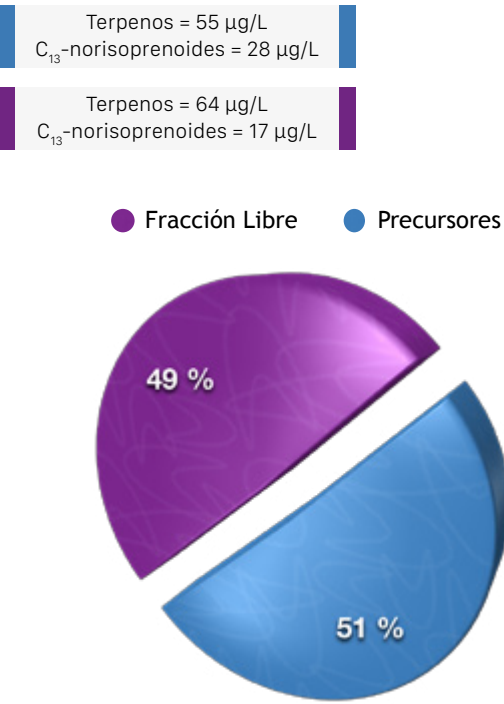
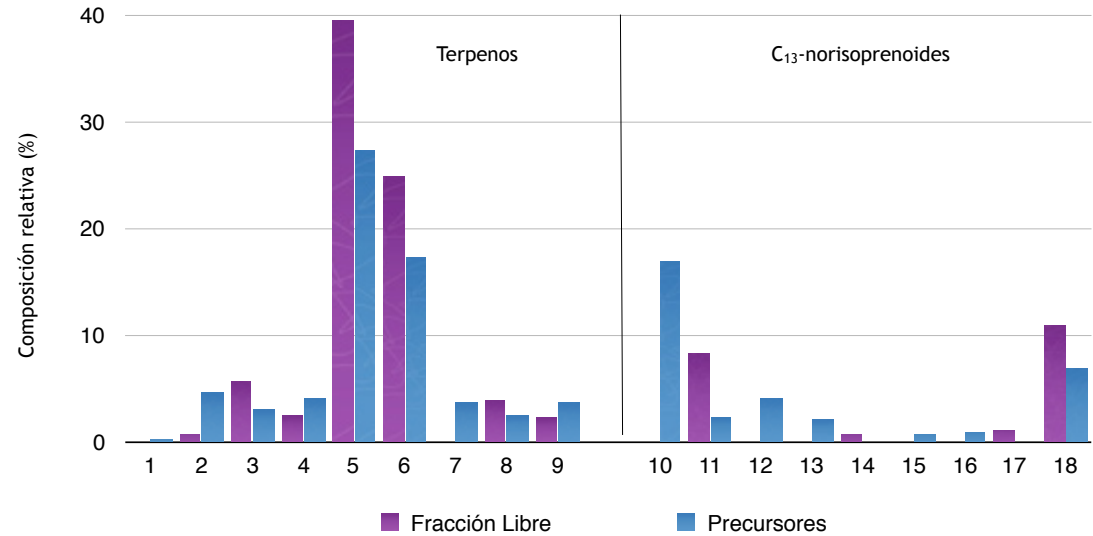


Figura 32. **Perfil aromático varietal del cultivar Treixadura. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en las fracciones libre y precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Nerol (4); Geraniol (5); Limoneno (6); Citronelol (7); 4-terpineol (8); α-terpineol (9); β-damascenona (10); α-ionona (11); β-ionona (12); 3-hidroxi-β-damascona (13); 3-oxo-α-ionol (14); 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol (15); 3-hidroxi-7,8-dehidro-β-ionol (16); 3-hidroxi-β-ionona (17); Teaspirano (18)

3.2. Estudio comparativo de las variedades blancas cultivadas en Galicia en base a su composición aromática

A continuación se presentan cuatro análisis de componentes principales (ACP) con el objetivo de mostrar una representación gráfica de todas las variedades blancas estudiadas en base a su potencial aromático. Esta representación permite conocer la proximidad o distancia existente entre ellas a nivel de composición aromática.

La Figura 33 muestra la distribución de las variedades blancas de vid cultivadas en Galicia en base a las diferentes familias de compuestos aromáticos estudiadas. La representación gráfica muestra tres grupos de variedades, un primer grupo, situado en la parte positiva del eje X, se encuentran las variedades Albariño, Dona Branca, Caíño Blanco, Loureira y Blanco Legítimo, caracterizadas por ácidos grasos, terpenos, C_{13} -norisoprenoides, fenoles volátiles, alcoholes y otros compuestos. En un segundo grupo, situado en la parte negativa del mismo eje, se sitúan las variedades Treixadura y Godello, caracterizadas por los compuestos en C_6 , y por último la variedad Agudelo, que se sitúa en la parte negativa de ambos ejes (X e Y), siendo la variedad menos aromática de todas las variedades blancas estudiadas.

Un segundo análisis de componentes principales (Figura 34) muestra la distribución de las variedades blancas en base a su composición aromática varietal, terpenos y C_{13} -norisoprenoides, en sus fracciones libre y glicosilada (ligada o precursores). En este caso se puede observar que las variedades Loureira y Albariño, situadas en la parte positiva del eje X, fueron las variedades que mostraron mayores concentraciones de terpenos libres

y glicosilados, así como los C_{13} -norisoprenoides ligados. La variedad Caíño Blanco se caracterizó por altas concentraciones de C_{13} -norisoprenoides libres. El resto de variedades blancas no mostraron altas concentraciones de las familias varietales estudiadas, en su conjunto.

La Figura 35 muestra la distribución de variedades blancas en base a la composición terpénica (fracciones libre y glicosilada). En la representación gráfica se observan tres grupos de variedades. Un primer grupo muestra la variedad Albariño distante del resto de variedades, donde los terpenos le aportan un carácter floral, fundamentalmente nerol, hidróxidos de linalol y diendoles; un segundo grupo formado por las variedades Loureira y Dona Branca, caracterizadas por aromas florales marcados por el linalol y sus óxidos, y un tercer grupo de variedades, muy próximas entre ellas en composición terpénica, formado por Caíño Blanco, Godello, Agudelo, Treixadura y Blanco Legítimo, donde destacan por aromas florales y sobre todo frutales de la serie cítrica.

Por último, la figura 36 representa la distribución de variedades blancas de vid cultivadas en Galicia en base a su composición en C_{13} -norisoprenoides (fracciones libre y glicosilada). En este caso la representación gráfica muestra una agrupación de variedades, situándose en extremos opuestos del eje X Caíño Blanco y Treixadura, lo que implica variedades muy diferentes en cuanto a su composición en C_{13} -norisoprenoides, lo que también ocurre con las variedades Godello y Loureira, que se sitúan en los extremos opuestos del eje Y.

Figura 33. Distribución de las variedades blancas de vid cultivadas en Galicia en base a las diferentes familias de compuestos aromáticos

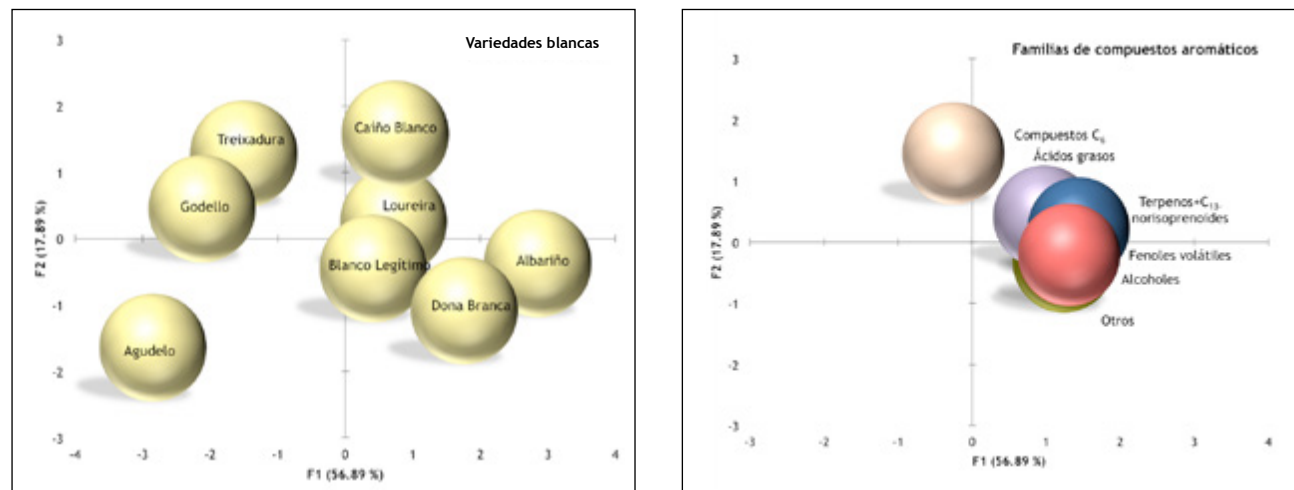


Figura 34. Distribución de las variedades blancas de vid cultivadas en Galicia en base a su composición aromática varietal, terpenos y C_{13} -norisoprenoides, en sus fracciones libre y glicosilada

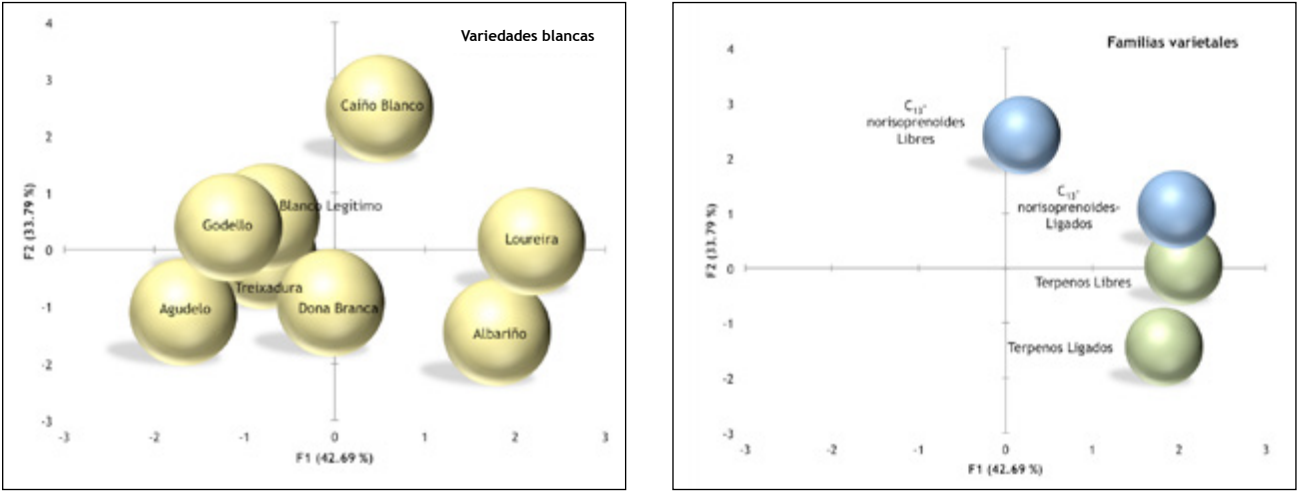


Figura 35. Distribución de las variedades blancas de vid cultivadas en Galicia en base a su composición terpénica

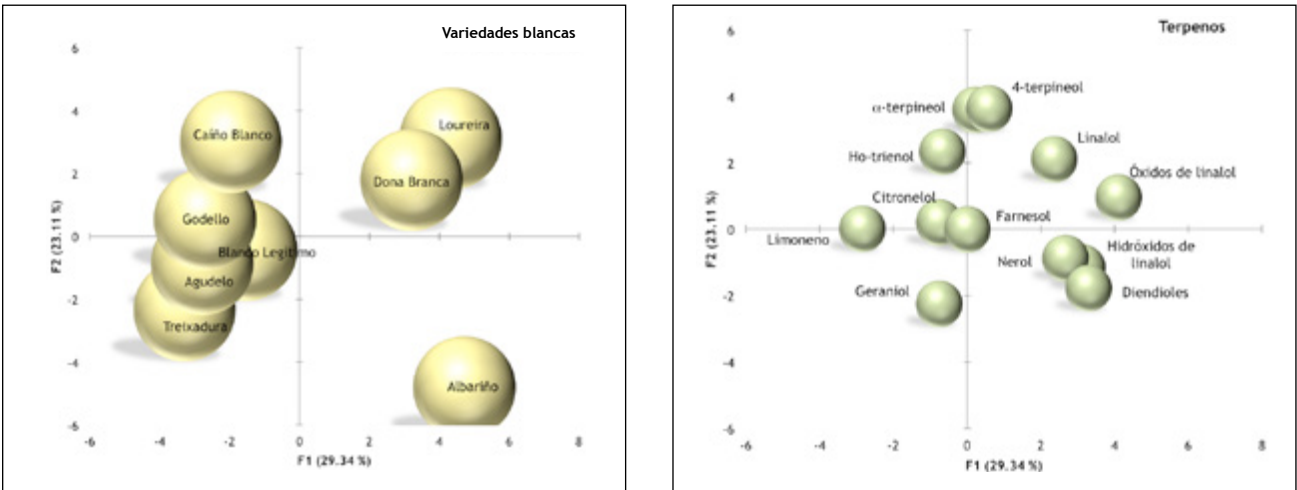
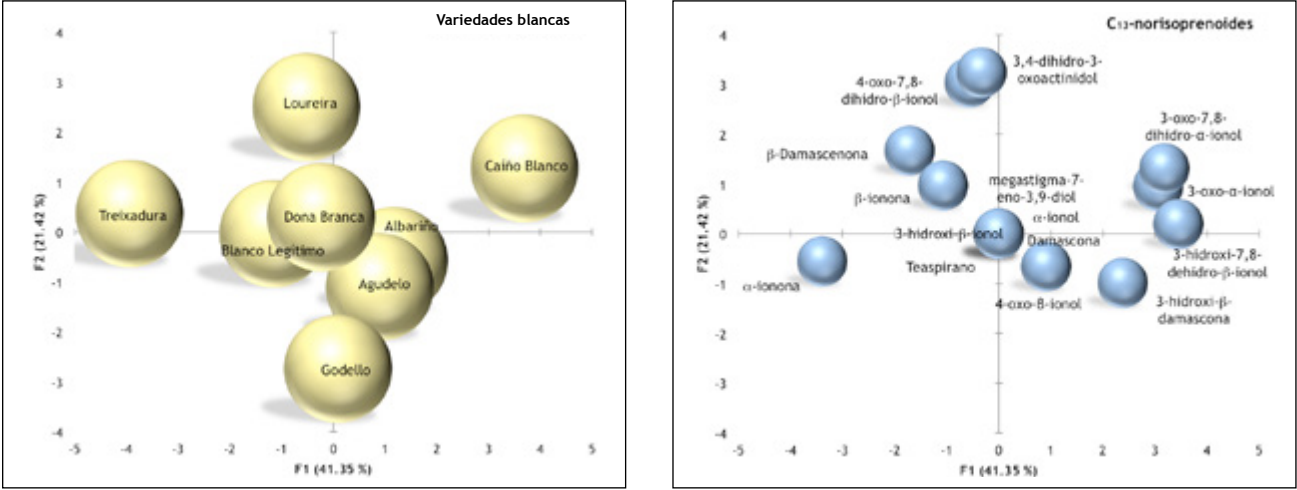


Figura 36. Distribución de las variedades blancas de vid cultivadas en Galicia en base a su composición en C_{13} -norisoprenoides



3.3. Perfil aromático de las variedades tintas

Variedad BRANCELLAO

La composición aromática de la variedad Brancellao a nivel global y en sus fracciones libre y glicosilada (precursores) se muestra en la Figura 37.

La variedad Brancellao muestra una mayor concentración de compuestos en su fracción libre, que alcanzó valores de 1.333 µg/L (81% de la composición global), frente a la fracción ligada o precursores, que supuso una concentración de 307 µg/L (19% de la composición global). La concentración global media de los años estudio fue de 1.640 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, en el mosto de la variedad Brancellao se identificaron alcoholes, compuestos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos grasos volátiles, fenoles volátiles y otros compuestos.

En su composición global, los compuestos mayoritarios de la variedad Brancellao fueron los compuestos en C₆ (77% del total) que aportan aromas herbáceos y vegetales, seguidos por los alcoholes (11%) y de las familias de terpenos y C₁₃-norisoprenoides (7%) (Figura 38a).

Dentro de la fracción libre (Figura 38b), los compuestos en C₆ resultaron ser los mayoritarios (94%), sin embargo en la fracción ligada o precursores (Figura 38c) fueron las familias de terpenos y C₁₃-norisoprenoides los que dominan la composición del mosto, sumando un 38% del total de esta fracción, lo que implica un gran potencial de aromas frutales y florales para el futuro vino. Además los alcoholes también se encontraron en altas concentraciones relativas (34% de la composición global).

Dentro de los compuestos que marcan el aroma varietal del cultivar Brancellao (terpenos y C₁₃-norisoprenoides),

Figura 37. Composición aromática del cultivar Brancellao en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

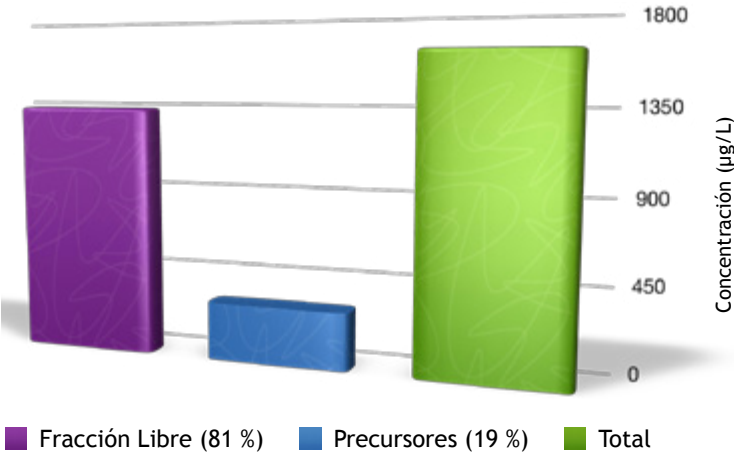
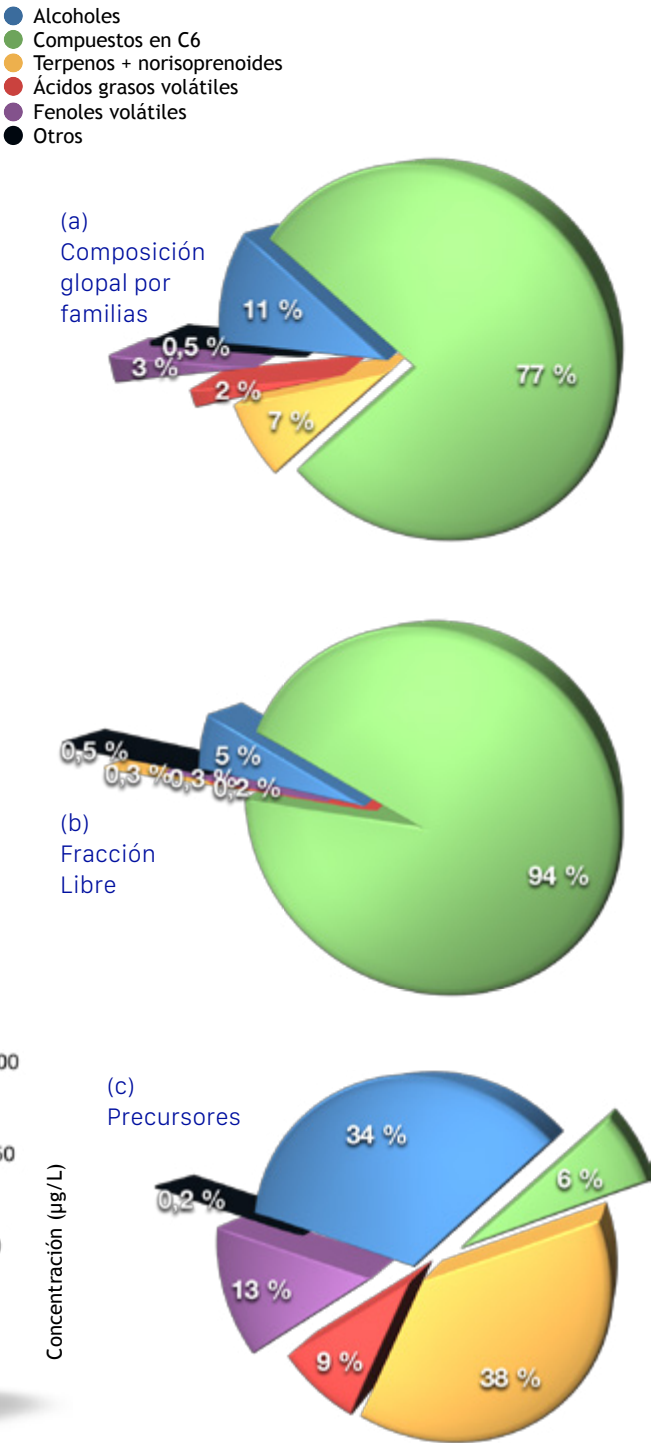


Figura 38. Composición aromática del cultivar Brancellao por familias a nivel global (a) y en sus fracciones libre (b) y glicosilada o precursores (c)



se observa que la mayor concentración se alcanzó en la fracción glicosilada (112 µg/L frente a la libre (3,5 µg/L), lo que supuso una composición relativa al total de un 97% y un 3%, respectivamente. Una vez más la superioridad de la fracción glicosilada frente a la libre denota el alto potencial aromático varietal de este cultivar (Figura 39).

En la variedad Brancellao la concentración de terpenos fue mayor en su fracción glicosilada (62 µg/L) que libre (3,5 µg/L), sin embargo los C₁₃-norisoprenoides únicamente fueron identificados y cuantificados en su fracción glicosilada (50 µg/L).

Los terpenos más importantes en la variedad Brancellao resultaron ser el linalol y geraniol en su fracción libre (93% de la fracción libre), mientras que en su fracción ligada, fracción mayoritaria, destacaron el linalol y sus hidróxidos (36% de esta fracción) (Figura 40).

La familia de C₁₃-norisoprenoides, representada por ocho compuestos, fue identificada y cuantificada únicamente en su fracción glicosilada. En esta fracción, el 3-oxo-α-ionol fue el compuesto mayoritario (14 µg/L), lo que supuso un 12% del aroma varietal ligado.

En la Figura 40 se representa el perfil aromático varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, del mosto de la variedad Brancellao, tanto en forma libre como en forma de precursores sobre el total de estas fracciones de compuestos.

Figura 39. **Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en el cultivar Brancellao en sus fracciones libre y glicosilada o precursores**

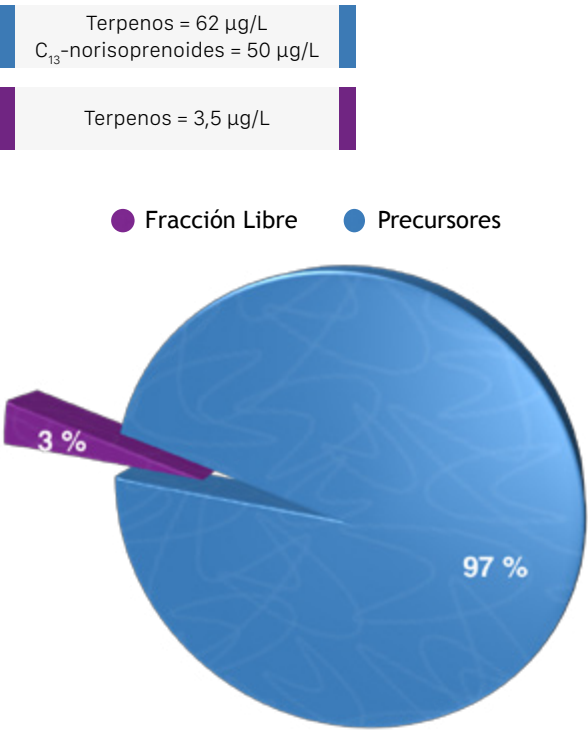
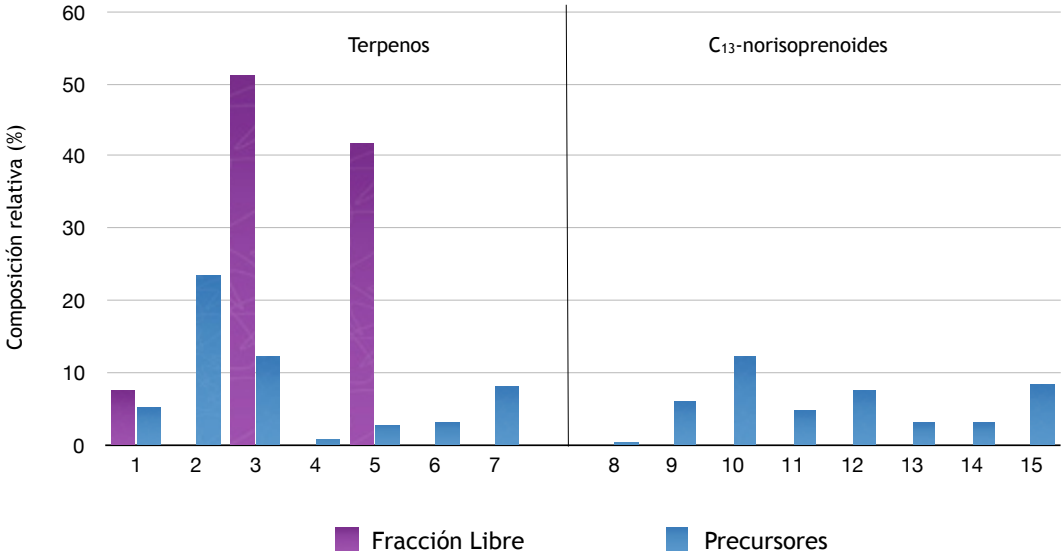


Figura 40. **Perfil aromático varietal del cultivar Brancellao. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en sus fracciones libre y precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Nerol (4); Geraniol (5); α-terpineol (6) Diendoles (7); β-damascona (8); 3-hidroxi-β-damascona (9); 3-oxo-α-ionol (10); 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol (11); 3-hidroxi-7,8-dehidro-β-ionol (12); 4-oxo-7,8-dihidro-β-ionol (13); 3,4-dihidro-3-oxo-actinidol (14); Vomifoliol (15)

Variedad CAÍÑO TINTO

La composición aromática de la variedad Caíño Tinto a nivel global y en sus fracciones libre y glicosilada (precursores) se muestra en la Figura 41.

La variedad Caíño Tinto muestra una mayor concentración de compuestos en su fracción libre, que alcanzó valores de 1.418 µg/L (86% de la composición global), frente a la fracción ligada o precursores que supuso una concentración de 234 µg/L (14% de la composición global). La concentración global media de los años de estudio fue de 1.652 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, en el mosto de la variedad Caíño Tinto fueron identificadas las familias de alcoholes, compuestos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos grasos volátiles, fenoles volátiles y otros compuestos.

En su composición global, los compuestos mayoritarios de la variedad Caíño Tinto fueron los compuestos en C₆ (65% del total), seguidos por los alcoholes (29%). Las familias de compuestos aromáticos restantes suman en total un 6% del total de los compuestos analizados (Figura 42a).

Dentro de la fracción libre (Figura 42b), la familia de compuestos en C₆ resultó ser la mayoritaria (75%), seguida por la familia de los alcoholes (22%). Sin embargo, en la fracción ligada o precursores (Figura 42c) fueron los alcoholes los que dominan la composición del mosto, sumando un 65% del total de esta fracción, seguida por las familias de terpenos y C₁₃-norisoprenoides (19%).

A nivel de familias de compuestos que marcan el aroma varietal del cultivar Caíño Tinto, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, estos se encuentran en esta variedad

Figura 41. Composición aromática del cultivar Caíño Tinto en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

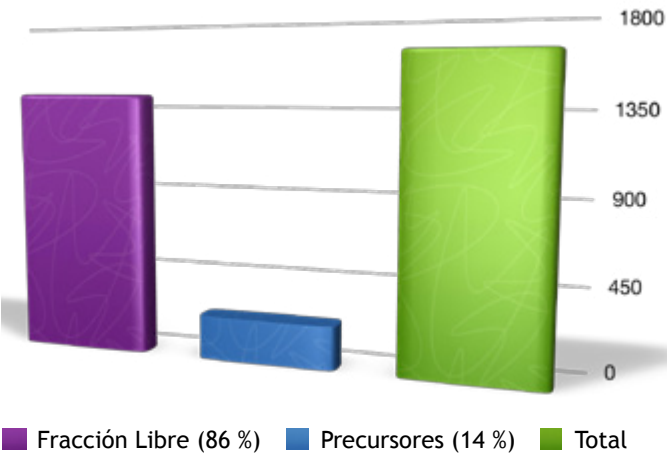
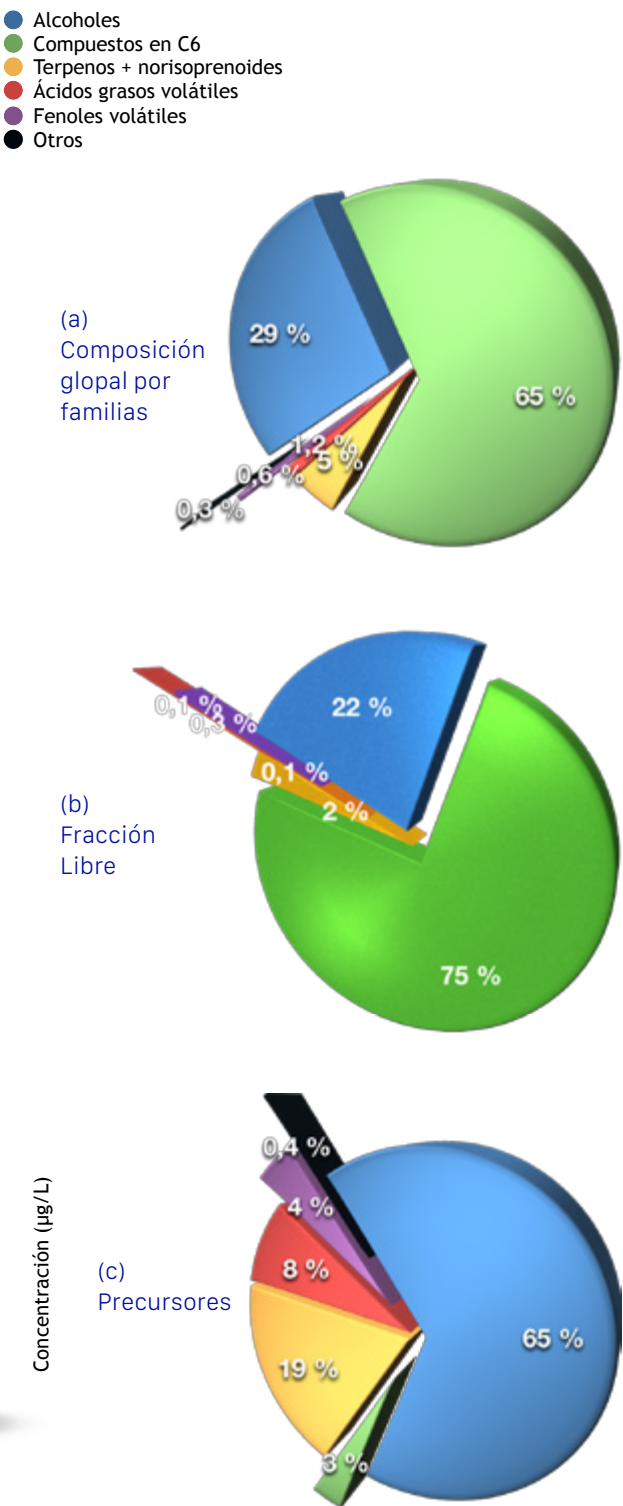


Figura 42. Composición aromática del cultivar Caíño Tinto por familias a nivel global (a) y en sus fracciones libre (b) y glicosilada o precursores (c)



en bajas concentraciones, mostrando una ligera mayor concentración en forma de precursores (40 µg/L; 54%) que en su fracción libre (35 µg/L; 46%), sumando un total de 75 µg/L (Figura 43).

En la variedad Caíño Tinto la concentración de terpenos fue mayor en su fracción libre (35 µg/L) que en su fracción glicosilada (10 µg/L), sin embargo los C₁₃-norisoprenoides únicamente fueron identificados y cuantificados en su fracción glicosilada (30 µg/L).

Los terpenos más importantes en la variedad Caíño Tinto fueron el linalol y el geraniol que sumaron el 95% de los terpenos en su fracción libre. El nerol supuso el 5% restante de esta fracción. Sin embargo, en la fracción ligada fueron los óxidos de linalol y α-terpineol los únicos terpenos identificados y cuantificados, alcanzando entre ambos el 43% de esta fracción (Figura 44).

Los C₁₃-norisoprenoides, únicamente identificados en su fracción ligada, estuvieron representados por cinco compuestos, de los cuales 3-hidroxi-β-damascona y 3-oxo-α-ionol fueron los mayoritarios, sumando el 50% de esta fracción glicosilada.

En la Figura 44 se representa el perfil aromático varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, del mosto de la variedad Caíño Tinto, tanto en forma libre como en forma de precursores sobre el total de estas fracciones de compuestos.

Figura 43. **Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en el cultivar Caíño Tinto en sus fracciones libre y glicosilada o precursores**

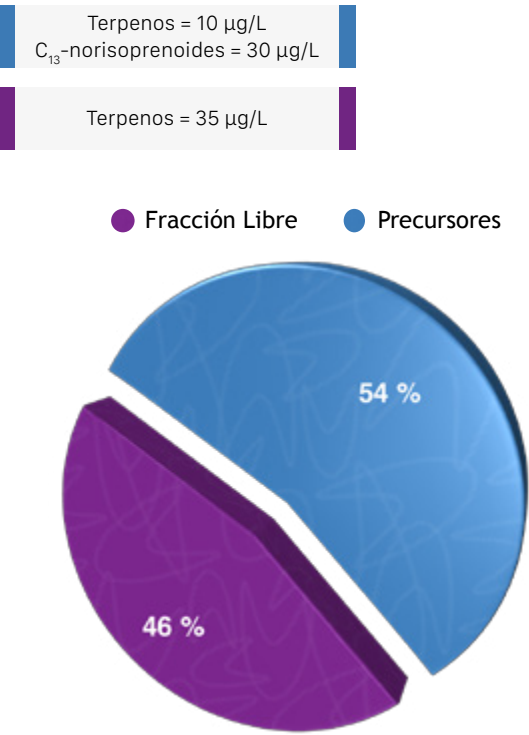
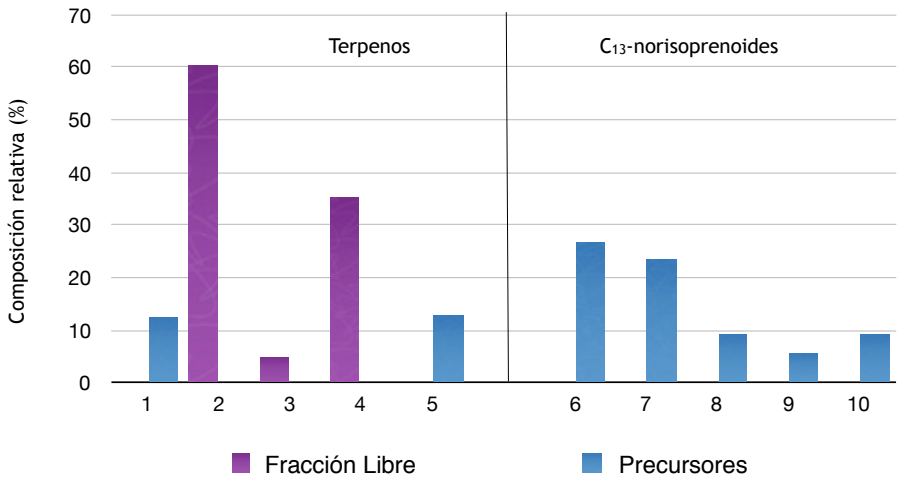


Figura 44. **Perfil aromático varietal del cultivar Caíño Tinto. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en sus fracciones libre y precursores.**



Óxidos de linalol (1); Linalol (2); Nerol (3); Geraniol (4); α-terpineol (5); 3-hidroxi-β-damascona (6); 3-oxo-α-ionol (7); 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol (8); 3-hidroxi-7,8-dehidro-β-ionol (9); 3,4-dihidro-3-oxo-actinidol (10)

Variedad ESPADEIRO

La composición aromática de la variedad tinta Espadeiro a nivel global y en sus fracciones libre y glicosilada se muestra en la Figura 45.

La variedad Espadeiro muestra una mayor concentración en su fracción libre, que alcanzó valores de 523 µg/L (77% de la composición global), frente a la fracción ligada o precursores que supuso una concentración de 160 µg/L (23% de la composición global). La concentración global media de los años de estudio fue de 683 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, en el mosto de la variedad Espadeiro se identificaron, una vez más, alcoholes, compuestos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos grasos volátiles, fenoles volátiles y otros compuestos.

En su composición global, los compuestos mayoritarios del cultivar Espadeiro fueron los compuestos en C₆ (66% del total) que aportan aromas herbáceos y vegetales, seguidos por los alcoholes (18%) y por las familias de terpenos y C₁₃-norisoprenoides (12%), que se caracterizan por poseer aromas frutales y florales (Figura 46a).

Dentro de la fracción libre (Figura 46b), los compuestos en C₆ resultaron ser los mayoritarios (85%), sin embargo en la fracción ligada o precursores (Figura 46c) fueron los terpenos y C₁₃-norisoprenoides los que dominan la composición del mosto, sumando un 50% del total de esta fracción, lo que supone un gran potencial en aromas frutales y florales para el futuro vino. Además los alcoholes superiores también se encuentran en altas concentraciones relativas (32%).

Dentro de los compuestos que marcan el aroma varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, la variedad tinta Espadeiro

Figura 45. Composición aromática del cultivar Espadeiro en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

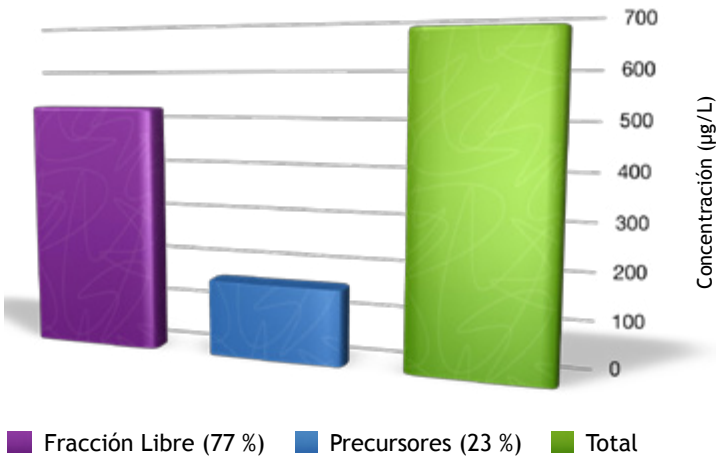
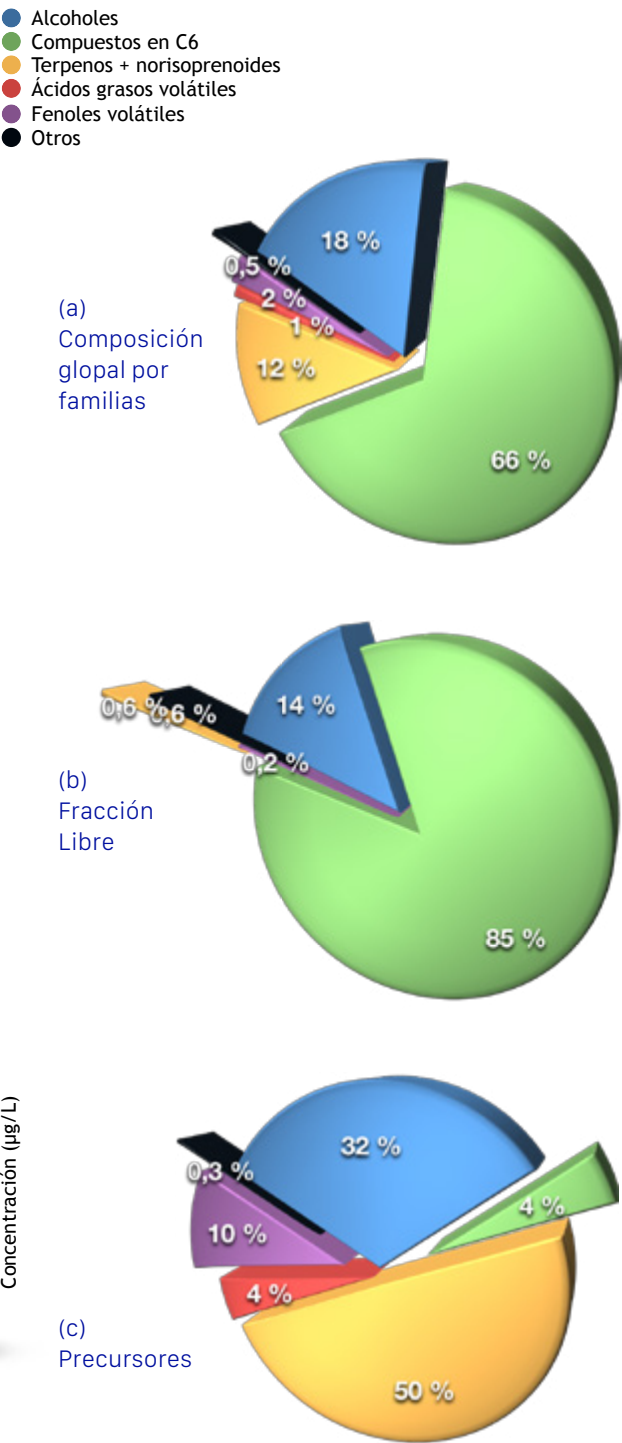


Figura 46. Composición aromática del cultivar Espadeiro por familias a nivel global (a) y en sus fracciones libre (b) y glicosilada o precursores (c)



mostró una mayor concentración de estos compuestos en forma de precursores (79 µg/L; 96%) que en su fracción libre (3 µg/L; 4%), sumando un total de 82 µg/L (Figura 47).

Por otra parte, la concentración de terpenos en su fracción glicosilada (24 µg/L) fue mayor que en su fracción libre (3 µg/L), sin embargo los C₁₃-norisoprenoides únicamente fueron identificados y cuantificados en su fracción glicosilada (55 µg/L).

Los terpenos más importantes en la variedad Espadeiro fueron los óxidos de linalol, que supusieron el 19% de los terpenos en su fracción glicosilada, alcanzando una concentración de 15 µg/L. En la fracción libre destacó el geraniol (55% de esta fracción) (Figura 48).

Los C₁₃-norisoprenoides, que únicamente se identificaron en forma glicosilada, estuvieron dominados por el 3-oxo-α-ionol, que supuso un 35% de esta fracción (Figura 48).

En la Figura 48 se representa el perfil aromático varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, de la variedad Espadeiro, tanto en forma libre como en forma de precursores sobre el total de estas fracciones de compuestos.

Figura 47. **Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en el cultivar Espadeiro en sus fracciones libre y glicosilada o precursores**

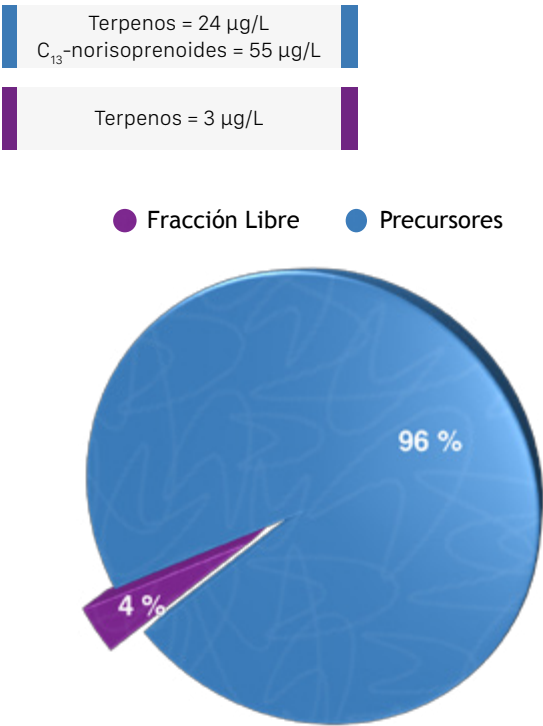
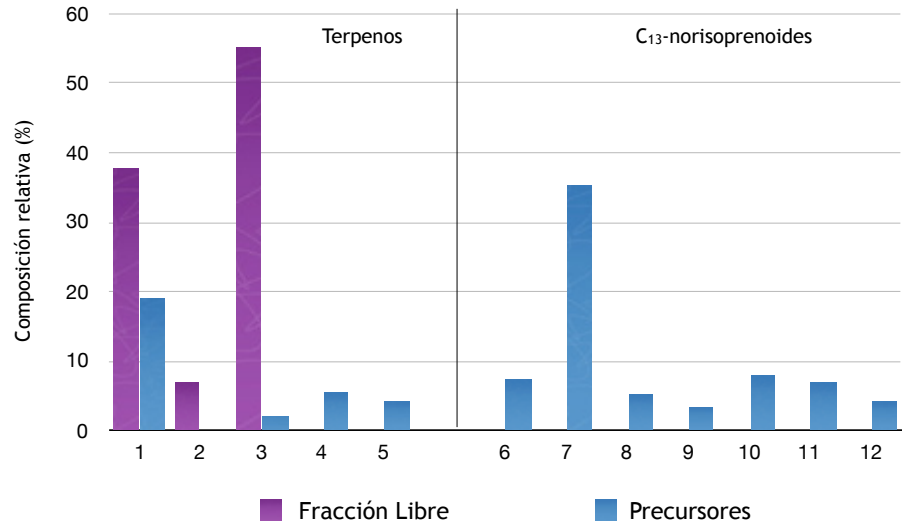


Figura 48. **Perfil aromático varietal del cultivar Espadeiro. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en sus fracciones libre y precursores**



Óxidos de linalol (1); Linalol (2); Geraniol (3); α-terpineol (4); Diendoles (5); 3-hidroxi-β-damascona (6); 3-oxo-α-ionol (7); 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol (8); 3-hidroxi-7,8-dehidro-β-ionol (9); 4-oxo-7,8-dihidro-β-ionol (10); 3,4-dihidro-3-oxo-actinidol (11); Vomifoliol (12)

Variedad LOUREIRO TINTO

La composición aromática de la variedad Loureiro Tinto a nivel global y en sus fracciones libre y glicosilada (precursores) se muestra en la Figura 49.

La variedad Loureiro Tinto mostró una mayor concentración de compuestos en su fracción libre, que alcanzó valores de 2.872 µg/L (64% de la composición global) frente a la fracción ligada o precursores, que supuso una concentración de 1.615 µg/L (36%). La concentración global media de los años estudio fue de 4.487 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, en el mosto de la variedad Loureiro Tinto fueron identificadas las familias alcoholes, compuestos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos grasos volátiles, fenoles volátiles y otros compuestos.

En su composición global y al igual que en otras variedades tintas, los compuestos mayoritarios fueron los compuestos en C₆ (53% del total), seguidos por la familias de ácidos grasos (14%), fenoles volátiles (13%) y terpenos y C₁₃-norisoprenoides (10%) (Figura 50a).

Dentro de la fracción libre (Figura 50b), los compuestos en C₆ resultaron ser los mayoritarios (79%), sin embargo en la fracción ligada o precursores (Figura 50c) fueron los ácidos grasos volátiles (31%), seguidos por los fenoles volátiles (29%) y las familias de terpenos y C₁₃-norisoprenoides (23%).

A nivel de aromas varietales del cultivar Loureiro Tinto se identificaron terpenos y C₁₃-norisoprenoides en sus fracciones libres y glicosilada. Estas familias de compuestos se encuentran en esta variedad en mayor concentración

Figura 49. Composición aromática del cultivar Loureiro Tinto en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

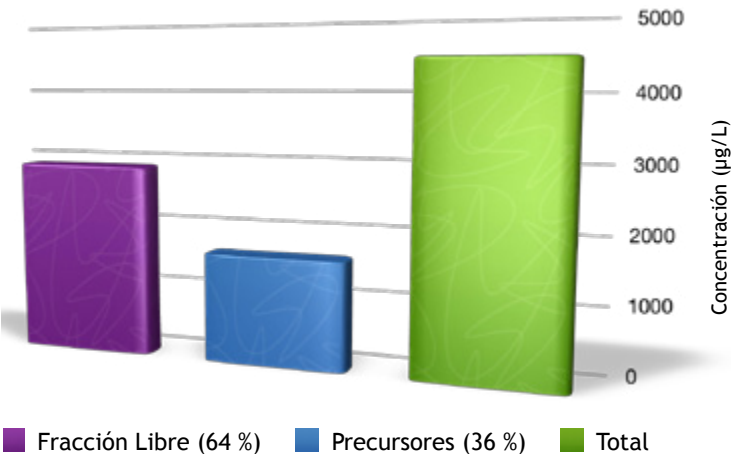
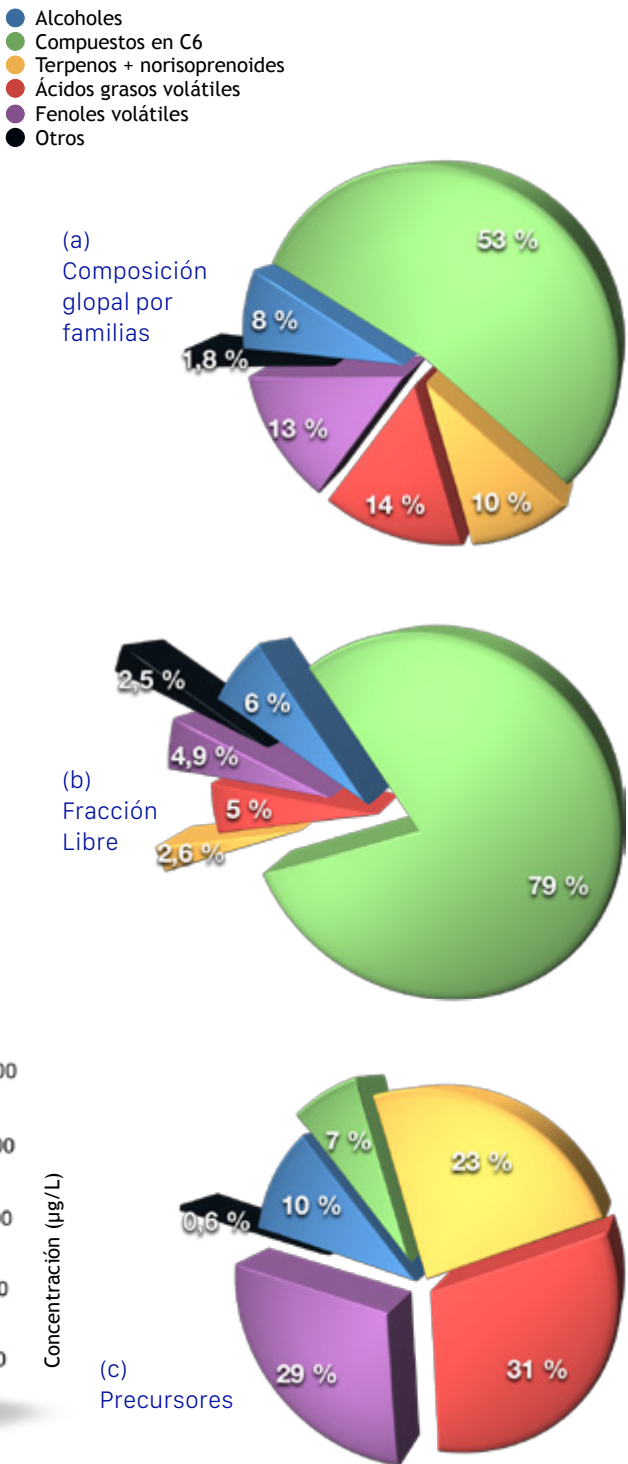


Figura 50. Composición aromática del cultivar Loureiro Tinto por familias a nivel global (a) y en sus fracciones libre (b) y glicosilada o precursores (c)



en forma de precursores (368 µg/L; 83%) que en su fracción libre (75 µg/L; 17%), sumando un total de 443 µg/L (Figura 51).

Por otra parte, la concentración de terpenos en su fracción glicosilada (56 µg/L) fue mayor que en su fracción libre (23 µg/L). La familia de C₁₃-norisoprenoides también alcanzó mayores valores en su fracción glicosilada (312 µg/L) que en la libre (52 µg/L).

Los terpenos más importantes en la variedad Loureiro Tinto son los hidróxidos de linalol que supusieron el 11% de los terpenos en su fracción libre con una concentración de 8,5 µg/L. Sin embargo, son los C₁₃-norisoprenoides los que dominan los aromas varietales en este cultivar tanto en su fracción libre como glicosilada. Un compuesto es el mayoritario en ambas fracciones, el 3-oxo-α-ionol, que supuso el 65% de la fracción libre (48 µg/L) y el 59% de la fracción glicosilada (218 µg/L).

En la Figura 52 se representa el perfil aromático varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, del mosto de la variedad Loureiro Tinto, tanto en forma libre como en forma de precursores sobre el total de estas fracciones de compuestos.

Figura 51. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en el cultivar Loureiro Tinto en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

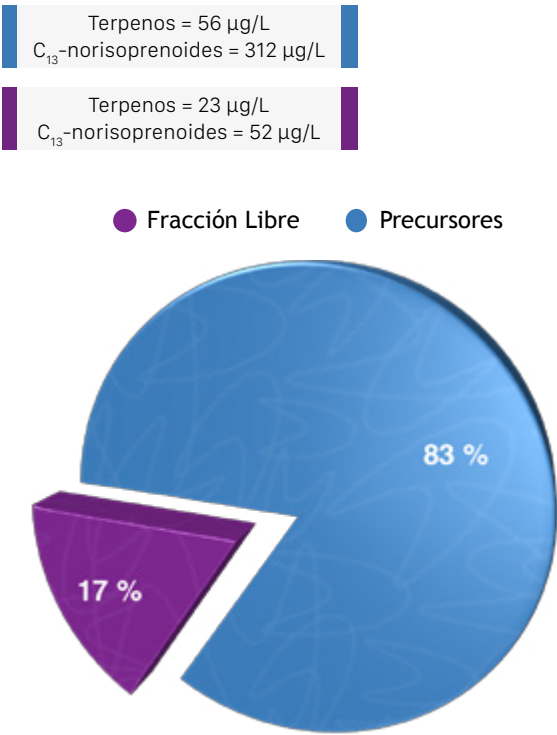
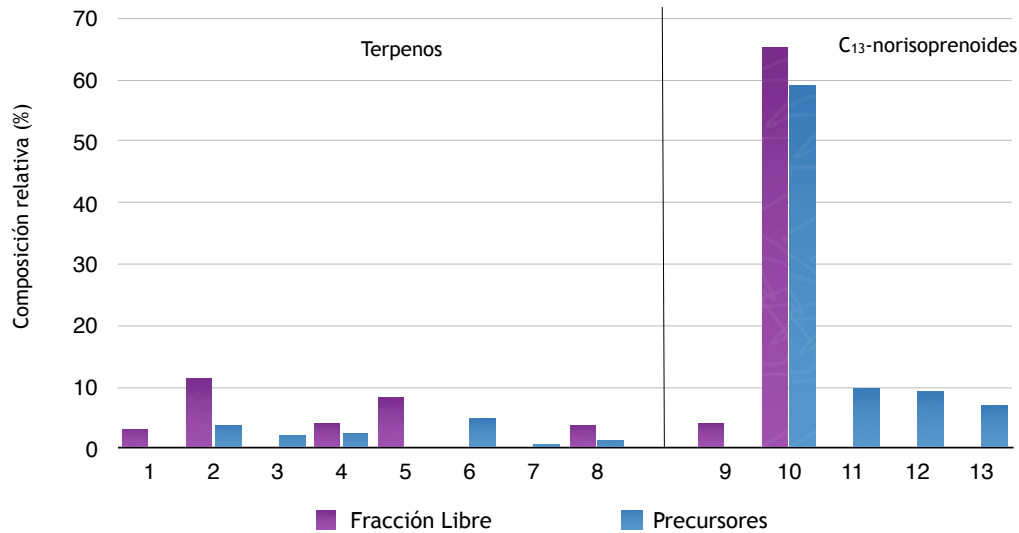


Figura 52. Perfil aromático varietal del cultivar Loureiro Tinto. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en sus fracciones libre y precursores



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Nerol (3); Geraniol (4); Ho-trienol (5); Citronelol (6); α-terpineol (7); Diendoles (8); α-ionona (9); 3-oxo-α-ionol (10); 3-hidroxi-7,8-dihidro-β-ionol (11); 4-oxo-7,8-dihidro-β-ionol (12); 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol (13)

Variedad MENCÍA

La composición aromática de la variedad Mencia a nivel global y en sus fracciones libre y glicosilada (precursores) se muestra en la Figura 53.

La variedad Mencia muestra una mayor concentración de compuestos en su fracción libre, que alcanzó valores de 1.303 µg/L (78% de la composición global), frente a la fracción ligada o precursores que supuso una concentración de 360 µg/L (22%). La concentración global media de los años de estudio fue de 1.663 µg/L.

La composición aromática de la variedad Mencia se reparte entre las familias de alcoholes, compuestos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos grasos volátiles, fenoles volátiles y otros compuestos.

En su composición global, dos familias de compuestos resultaron ser las mayoritarias, en primer lugar la familia de los compuestos en C₆ (65% del total), seguida por la familia de los alcoholes (20%) (Figura 54a).

Dentro de la fracción libre (Figura 54b), los compuestos en C₆ resultaron ser los mayoritarios (77%), seguida por la familia de los alcoholes (17%). Sin embargo la fracción ligada o precursores (Figura 54c) estuvo dominada por cuatro familias de compuestos, alcoholes (32%), terpenos y C₁₃-norisoprenoides (22%) y compuestos en C₆ (21%).

Dentro de los compuestos que marcan el aroma varietal del cultivar Mencia, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, se observó que la fracción mayoritaria del aroma fue la glicosilada, alcanzando el 91% del total de la composición varietal (76 µg/L). La fracción libre supuso el 9% restante (8 µg/L). En total la concentración de estas fracciones sumó 84 µg/L (Figura 55).

Figura 53. Composición aromática del cultivar Mencia en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

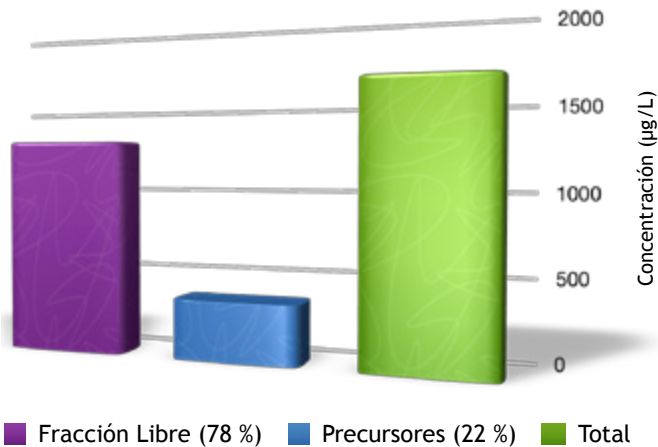
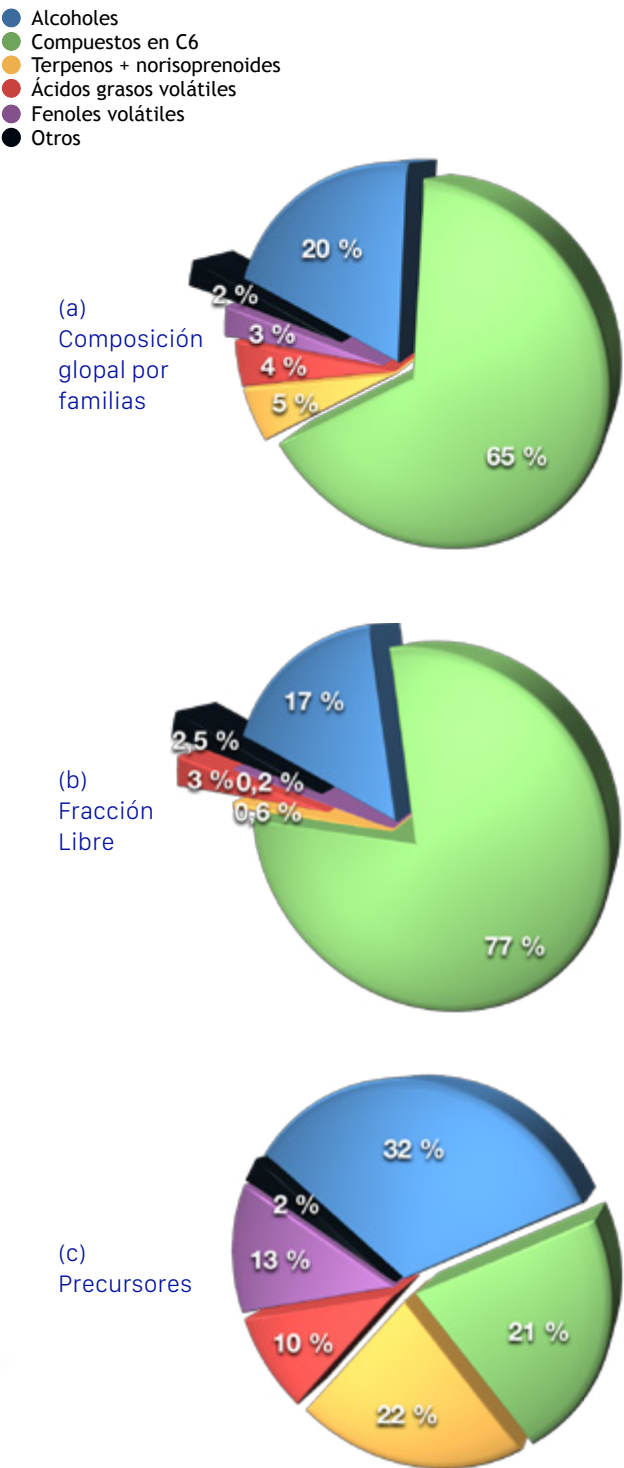


Figura 54. Composición aromática del cultivar Mencia por familias a nivel global (a) y en sus fracciones libre (b) y glicosilada o precursores (c)



En la variedad Mencía la concentración de terpenos en su fracción glicosilada (29 µg/L) fue mayor que en su fracción libre (8 µg/L), sin embargo los C₁₃-norisoprenoides únicamente fueron identificados y cuantificados en su fracción glicosilada (47 µg/L).

Los terpenos mayoritarios en la variedad Mencía en su fracción libre fueron el geraniol (57%) y el linalol y sus óxidos, que supusieron el 25% en esta fracción. El linalol y sus óxidos e hidróxidos supusieron el 32% en la fracción ligada.

Respecto a los C₁₃-norisoprenoides, estos se encuentran en la variedad Mencía únicamente en forma de precursores. Los C₁₃-norisoprenoides mayoritarios en esta fracción fueron los 3-oxo-α-ionol y 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol, que alcanzaron entre ambos el 30% de los precursores.

En la Figura 56 se representa el perfil aromático varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, del cultivar Mencía, tanto en forma libre como en forma de precursores sobre el total de estas fracciones de compuestos.

Figura 55. **Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en el cultivar Mencía en sus fracciones libre y glicosilada o precursores**

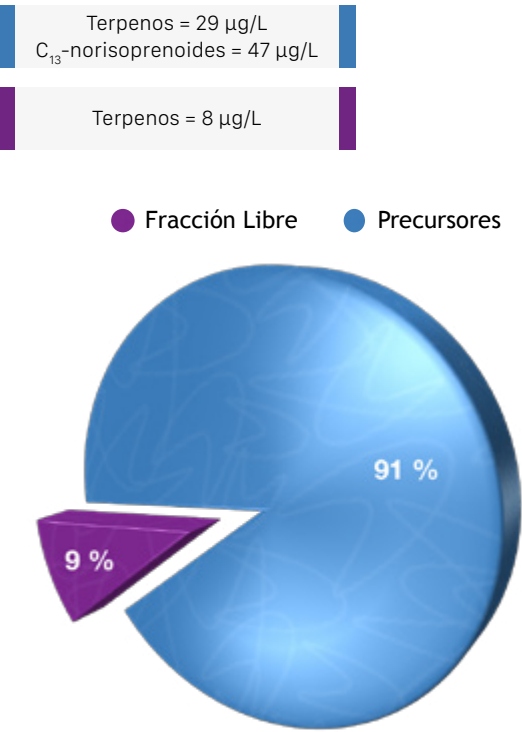
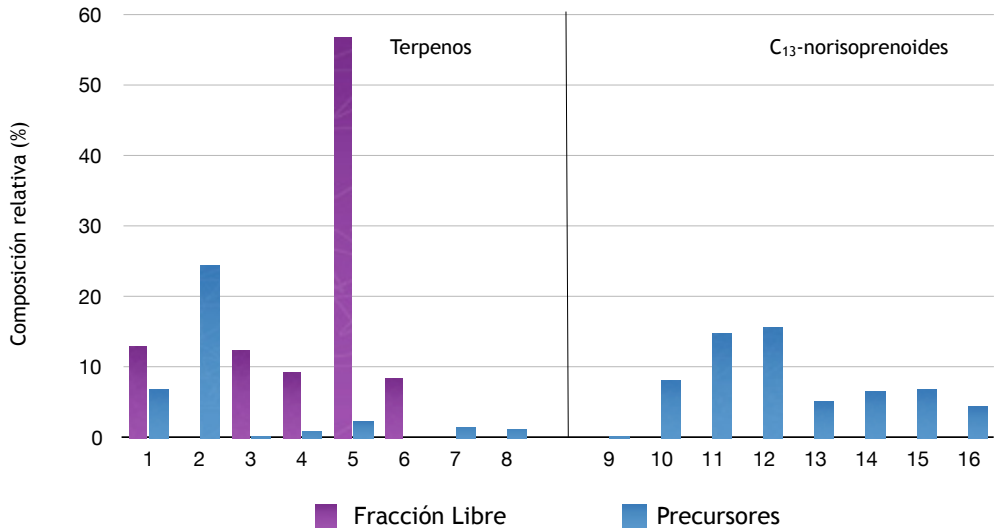


Figura 56. **Perfil aromático varietal del cultivar Mencía. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en sus fracciones libre y precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Nerol (4); Geraniol (5); Citronelol (6); α-terpineol (7); Diendoles (8); β-damascona (9); 3-hidroxi-β-damascona (10); 3-oxo-α-ionol (11); 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol (12); 3-hidroxi-7,8-dehidro-β-ionol (13); 4-oxo-7,8-dihidro-β-ionol (14); 3,4-dihidro-3-oxo-actinidol (15); Vomifoliol (16)

Variedad MERENZAO

La composición aromática de la variedad Merenzao a nivel global y en sus fracciones libre y glicosilada (precursores) se muestra en la Figura 57.

La variedad Merenzao muestra una mayor concentración de compuestos en su fracción libre, que alcanzó valores de 1.155 µg/L (65% de la composición global), frente a la fracción ligada o precursores, que supuso una concentración de 617 µg/L (35%). La concentración global media de los años de estudio fue de 1.772 µg/L.

Al igual que en otras variedades, en la variedad Merenzao se identificaron las familias de alcoholes, compuestos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos grasos volátiles, fenoles volátiles y otros compuestos.

En su composición global, los compuestos mayoritarios fueron los compuestos en C₆ (58% del total), seguidos por la familia de los alcoholes (24%) y los terpenos y C₁₃-norisoprenoides (11%) (Figura 58a).

Dentro de la fracción libre (Figura 58b), los compuestos en C₆ resultaron ser los mayoritarios (86%), sin embargo fueron los alcoholes (49%) y los terpenos y C₁₃-norisoprenoides (31%) los que dominaron la fracción ligada o precursores del mosto, sumando el 80% del total de esta fracción (Figura 58c).

Dentro de los compuestos que marcan el aroma varietal del cultivar Merenzao, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, se observa una mayor concentración en forma de precursores (188 µg/L; 97%) que en su fracción libre (6 µg/L; 3%), sumando un total de 194 µg/L (Figura 59).

Figura 57. Composición aromática del cultivar Merenzao en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

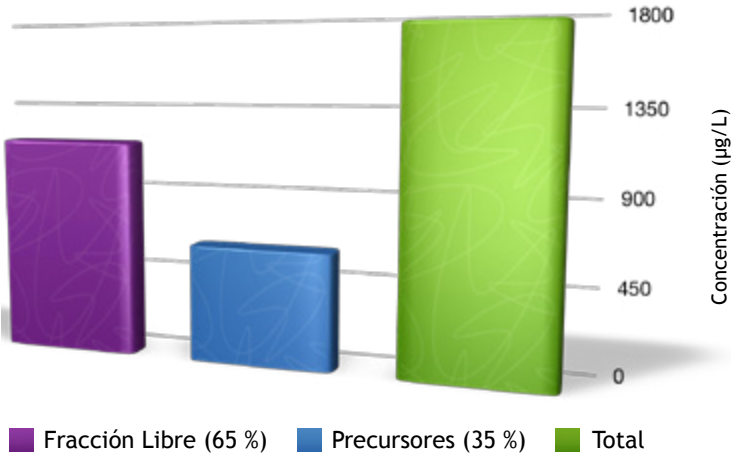
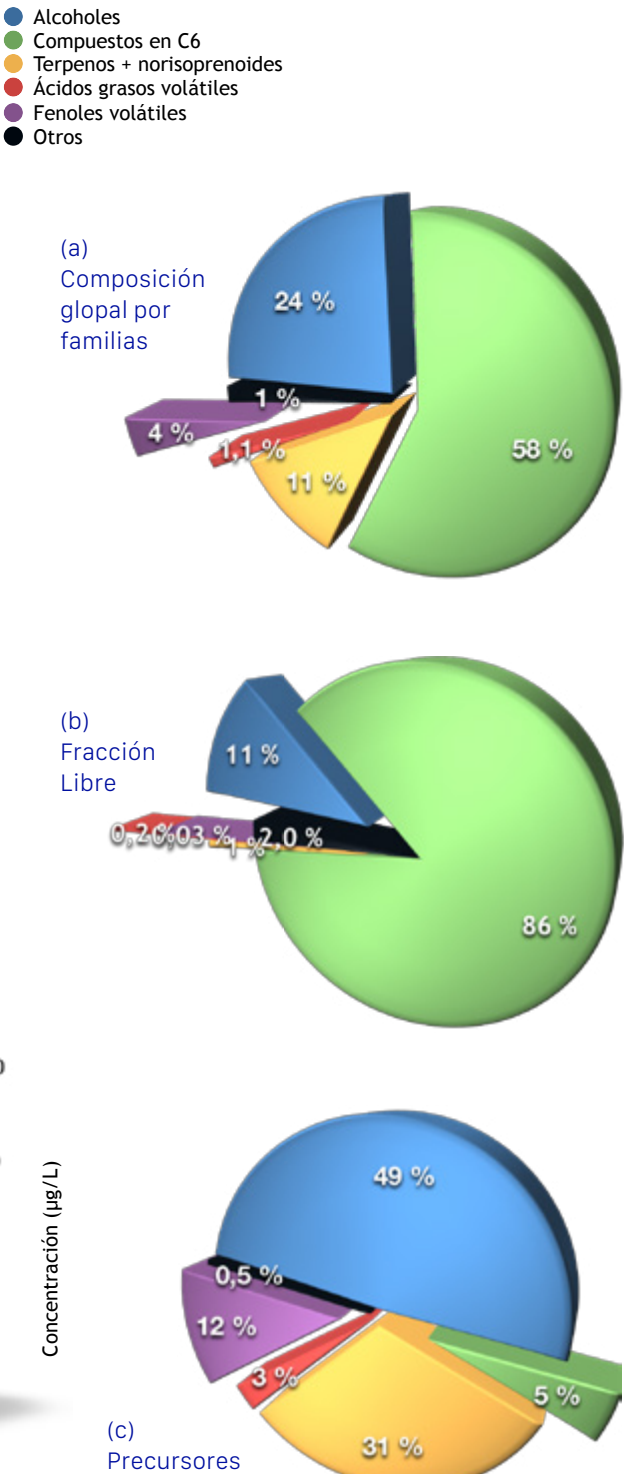


Figura 58. Composición aromática del cultivar Merenzao por familias a nivel global (a) y en sus fracciones libre (b) y glicosilada o precursores (c)



En la variedad Merenzao, la concentración de terpenos en su fracción glicosilada (53 µg/L) fue mayor que en su fracción libre (6 µg/L), sin embargo los C₁₃-norisoprenoides únicamente fueron identificados y cuantificados únicamente en su fracción glicosilada (135 µg/L).

El terpeno mayoritario en la variedad Merenzao fue el geraniol, que supuso el 50% de la fracción libre de los aromas varietales. En la fracción ligada los óxidos e hidróxidos de linalol junto con el α-terpineol fueron los compuestos mayoritarios, lo que supuso el 22% de esta fracción.

A nivel de C₁₃-norisoprenoides, dos compuestos fueron los mayoritarios de la fracción ligada, 3-oxo-α-ionol y 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol, alcanzando entre ambos el 40% de la composición varietal en forma de precursores.

En la Figura 60 se representa el perfil aromático varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, del mosto de la variedad Merenzao, tanto en forma libre como en forma de precursores sobre el total de estas fracciones de compuestos.

Figura 59. **Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en el cultivar Merenzao en sus fracciones libre y glicosilada o precursores**

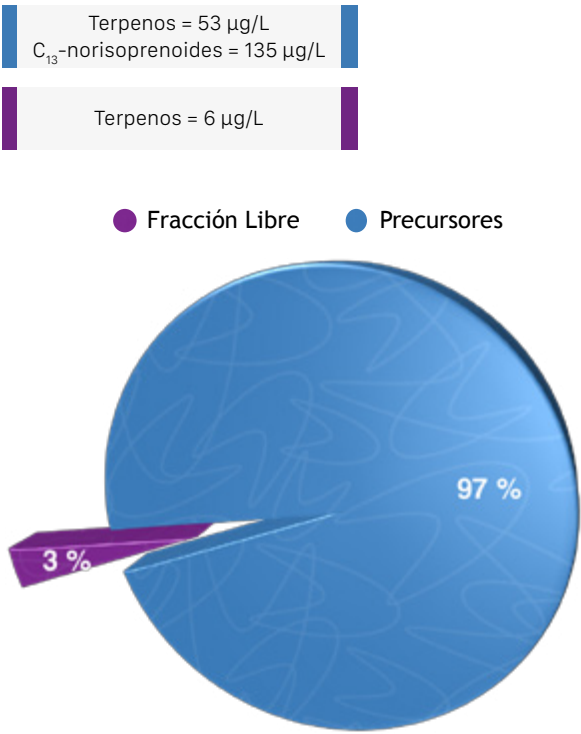
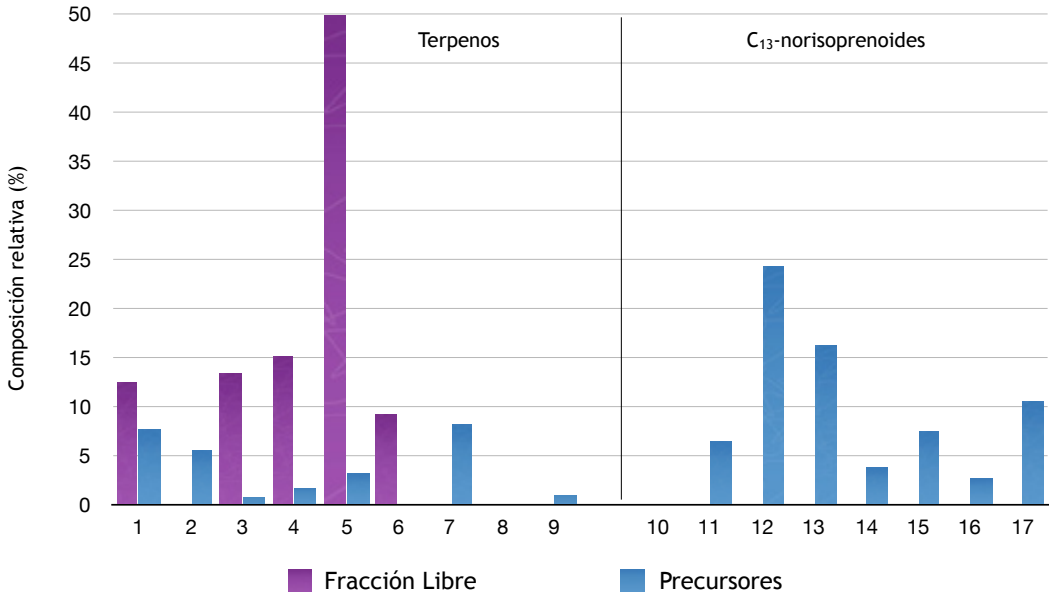


Figura 60. **Perfil aromático varietal del cultivar Merenzao. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en sus fracciones libre y precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Nerol (4); Geraniol (5); Citronelol (6); α-terpineol (7); Hidroxicitronelol (8); Diendoles (9); β-damascona (10); 3-hidroxi-β-damascona (11); 3-oxo-α-ionol (12); 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol (13); 3-hidroxi-7,8-dehidro-β-ionol (14); 4-oxo-7,8-dihidro-β-ionol (15); 3,4-dihidro-3-oxo-actinidol (16); Vomifoliol (17)

Variedad PEDRAL

La composición aromática de la variedad Pedral a nivel global y en sus fracciones libre y glicosilada (precursores) se muestra en la Figura 61.

La variedad Pedral muestra un equilibrio entre las fracciones libre y glicosilada, ya que ambas fracciones se encuentran en concentraciones similares, alcanzando cada una de ellas un 50% de la composición aromática total (838 µg/L y 845 µg/L respectivamente), sumando entre ambas fracciones 1.683 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, en el mosto de la variedad Pedral se identificaron y cuantificaron alcoholes, compuestos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos grasos volátiles, fenoles volátiles y otros compuestos.

A nivel de composición global, los compuestos mayoritarios en la variedad Pedral fue la familia de los alcoholes (41%), seguida por los compuestos en C₆ (37% del total) y las familias de terpenos y C₁₃-norisoprenoides (12%) (Figura 62a).

Dentro de la fracción libre (Figura 62b), las familias de los compuestos en C₆ y alcoholes fueron las familias mayoritarias alcanzando un 73% y un 22%, respectivamente. La fracción ligada o precursores (Figura 62c) estuvo dominada por la familia de los alcoholes (59%) y terpenos y C₁₃-norisoprenoides (23%). Además, los fenoles volátiles también se encontraron bien representados dentro de la fracción glicosilada (13%).

Respecto a los compuestos que marcan el aroma varietal del cultivar Pedral, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, una vez más, los precursores alcanzan mayores valores (94%) que los libres (6%), con concentraciones que van

Figura 61. Composición aromática del cultivar Pedral en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

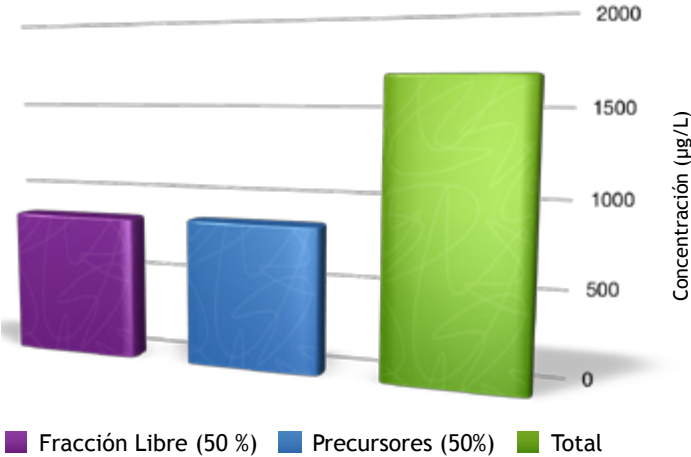
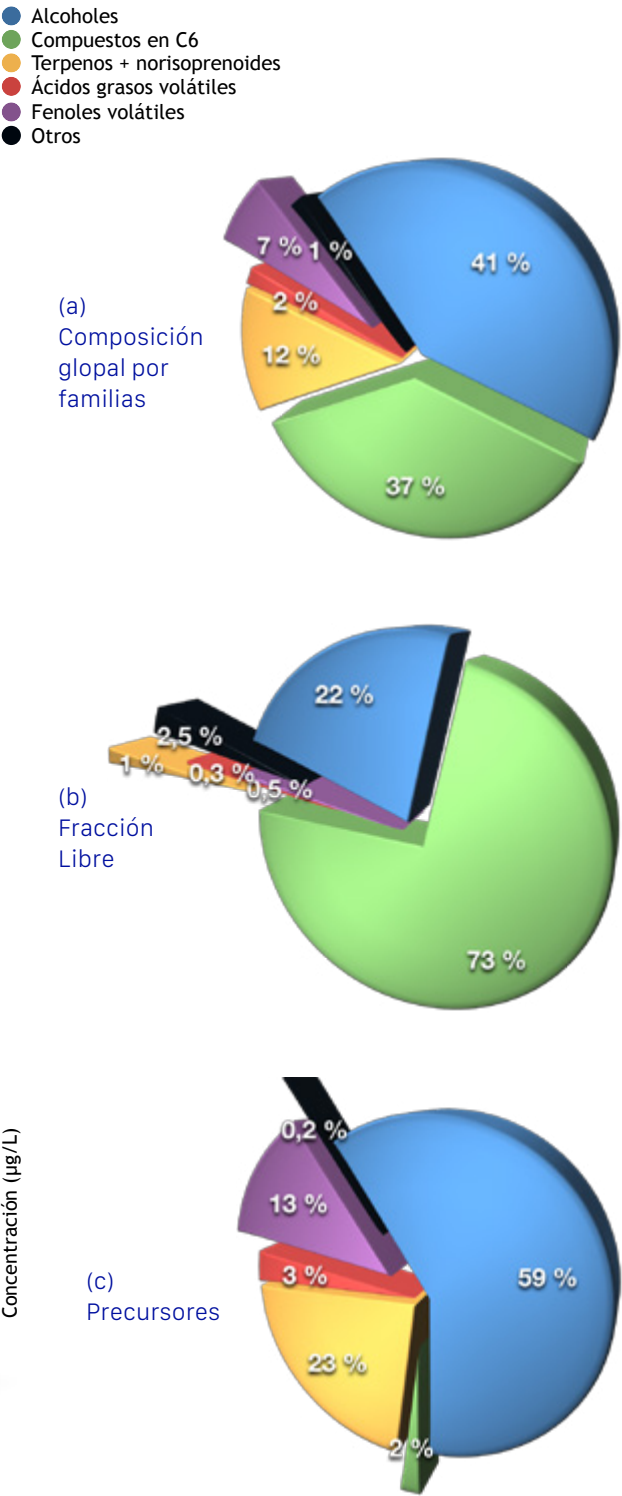


Figura 62. Composición aromática del cultivar Pedral por familias a nivel global (a) y en sus fracciones libre (b) y glicosilada o precursores (c)



de 183 µg/L en la fracción ligada a los 13 µg/L en la fracción libre, sumando un total de 196 µg/L (Figura 63).

En la variedad Pedral la concentración de la familia de C₁₃-norisoprenoides fue mucho mayor que la familia de terpenos y esta solo se identificó en su fracción glicosilada, como es el caso de otras variedades estudiadas. Esta familia alcanzó, en su fracción glicosilada, una concentración de 125 µg/L. En cuanto a los terpenos, su concentración fue de 13 µg/L en su fracción libre y de 58 µg/L en su fracción ligada.

De los terpenos identificados en la fracción libre de la variedad Pedral, el linalol supuso el 97% del aroma varietal en esta fracción (12 µg/L). Los óxidos de linalol alcanzaron el 14% de la fracción glicosilada.

A nivel de C₁₃-norisoprenoides, tres compuestos son los mayoritarios en la fracción glicosilada de aroma varietal, 3-hidroxi-β-damascona, 3-oxo-α-ionol y 3-hidroxi-7,8-dehidro-β-ionol, cuya suma alcanzó un 49% de esta fracción.

En la Figura 64 se representan el perfil aromático varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, del mosto de la variedad Pedral, tanto en forma libre como en forma de precursores sobre el total de estas fracciones de compuestos.

Figura 63. **Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en el cultivar Pedral en sus fracciones libre y glicosilada o precursores**

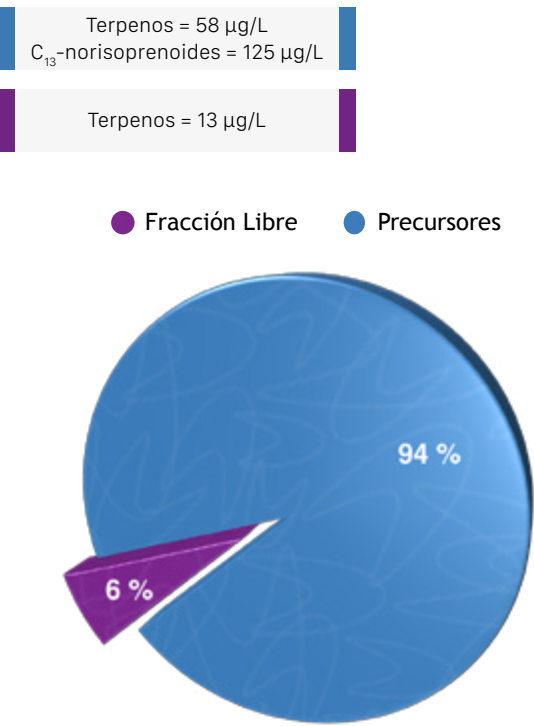
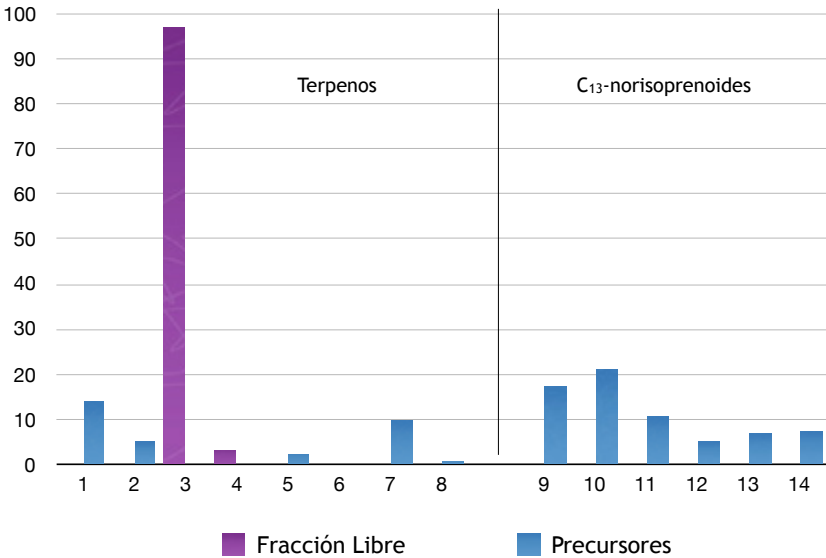


Figura 64. **Perfil aromático varietal del cultivar Pedral. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en sus fracciones libre y precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Nerol (4); Geraniol (5); Citronelol (6); α-terpineol (7); Diendoles (8); 3-hidroxi-β-damascona (9); 3-oxo-α-ionol (10); 3-hidroxi-7,8-dehidro-β-ionol (11); 4-oxo-7,8-dihidro-β-ionol (12); 3,4-dihidro-3-oxo-actinidol (13); Vomofoliol (14)

Variedad SOUSÓN

La composición aromática de la variedad Sousón tanto a nivel global como en sus fracciones libre y glicosilada (precursores) se muestra en la Figura 65.

La variedad Sousón muestra una mayor concentración de compuestos en su fracción libre, que alcanzó valores de 1.138 µg/L (78% de la composición global), frente a su fracción ligada o precursores que supuso una concentración de 318 µg/L (22%). La concentración global media de los años de estudio fue de 1.456 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, en el mosto de la variedad Sousón se identificaron las familias de alcoholes, compuestos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos grasos volátiles, fenoles volátiles y otros compuestos.

La composición aromática global de la variedad Sousón estuvo dominada por la familia de los compuestos en C₆ (65% del total), seguida por la familia de los alcoholes, que alcanzó el 23% (Figura 66a).

Dentro de la fracción libre (Figura 66b), el 80% estuvo representado por la familia de los compuestos en C₆, seguida por la familia de alcoholes que alcanzó un 17%. Sin embargo, en la fracción ligada o precursores (Figura 66c) fue la familia de los alcoholes la mayoritaria, alcanzando un 43% de esta fracción, seguida por las familias de terpenos y C₁₃-norisoprenoides que supuso un 24%, fenoles volátiles (18%) y compuestos en C₆ (9%).

Dentro de los compuestos que marcan el aroma varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, la variedad Sousón mostró un mayor porcentaje de la fracción ligada (81 µg/L; 88%) frente a la libre (11 µg/L; 12%), sumando un total de 92 µg/L (Figura 67).

Figura 65. Composición aromática del cultivar Sousón en sus fracciones libre y glicosilada o precursores

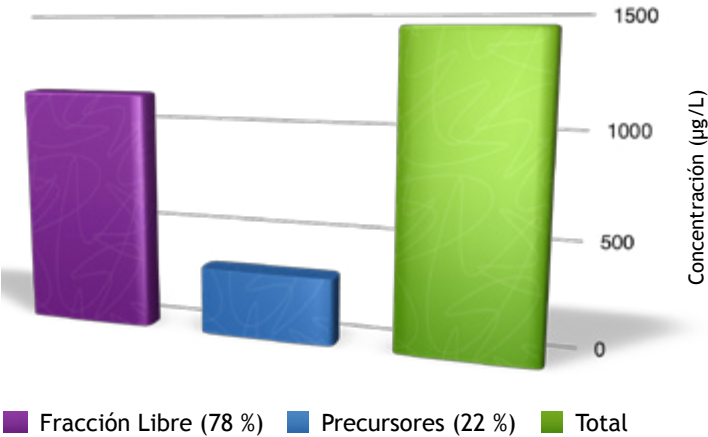
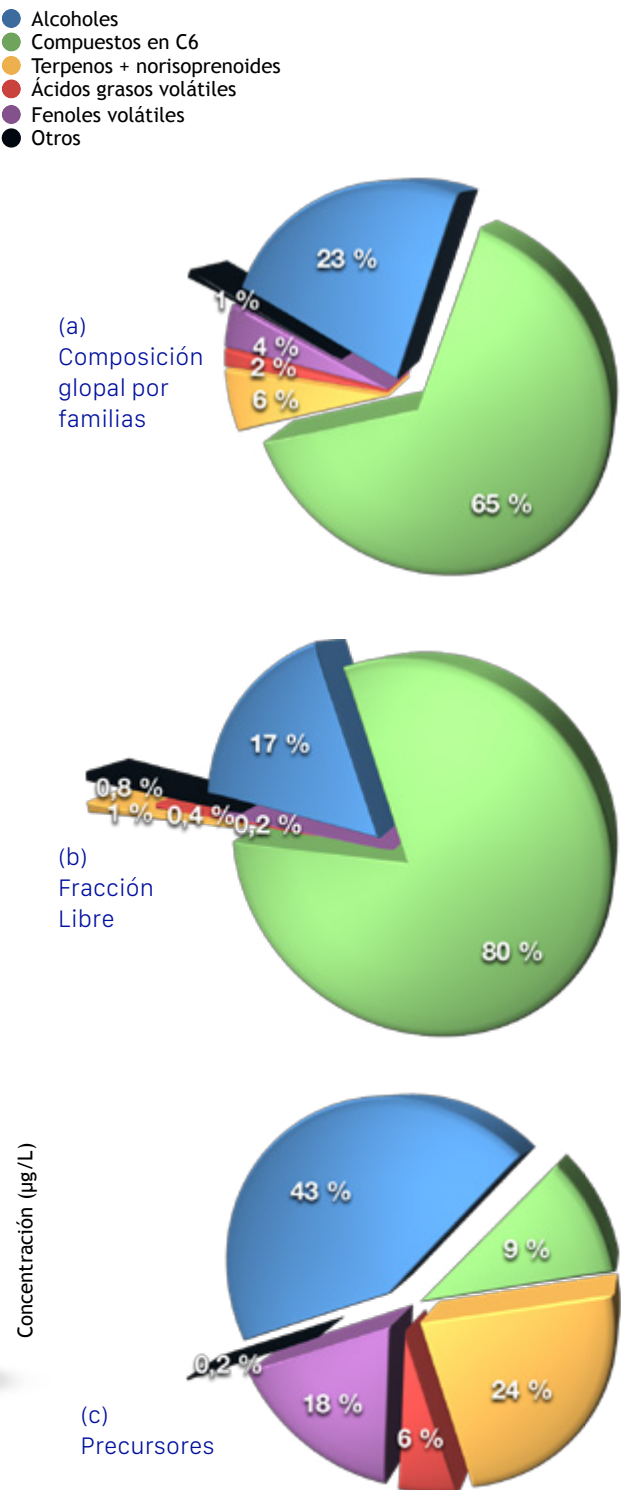


Figura 66. Composición aromática del cultivar Sousón por familias a nivel global (a) y en sus fracciones libre (b) y glicosilada o precursores (c).



En la variedad Sousón la concentración de C₁₃-norisoprenoides fue mayor a la de terpenos y fue identificada únicamente en su fracción glicosilada, alcanzando 53 µg/L en esta fracción. En cuanto a los terpenos, su concentración fue de 11 µg/L en su fracción libre y de 28 µg/L en su fracción ligada.

Los terpenos mayoritarios en la variedad Sousón fueron el linalol en su fracción libre con un 71% (8 µg/L) de esta fracción y los óxidos e hidróxidos de linalol en su fracción glicosilada, que supusieron el 33% de los aromas varietales en su fracción ligada y con concentraciones de 23 µg/L.

Los C₁₃-norisoprenoides, identificados únicamente en su fracción ligada, estuvieron representados por ocho compuestos, entre los que el 3-oxo-α-ionol fue el mayoritario (18%), seguido por 3-hidroxi-β-damascona (11%).

En la Figura 68 se representa el perfil aromático varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, del mosto de la variedad Sousón, tanto en forma libre como en forma de precursores sobre el total de estas fracciones de compuestos.

Figura 67. **Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en el cultivar Sousón en sus fracciones libre y glicosilada o precursores**

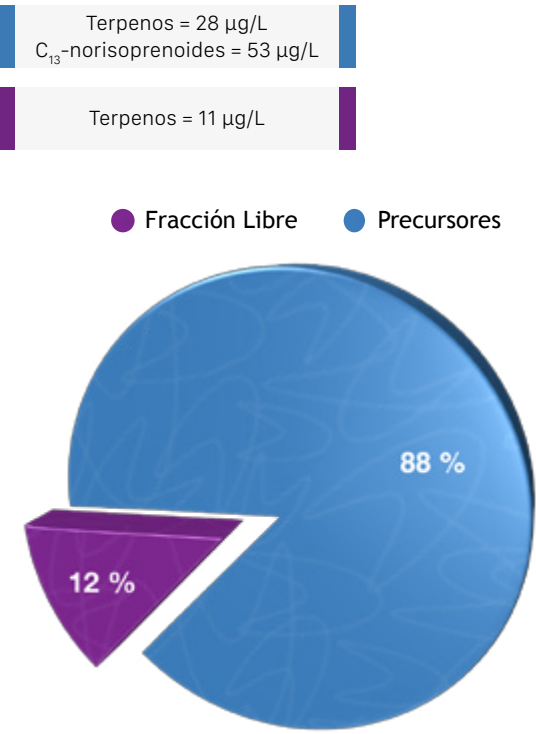
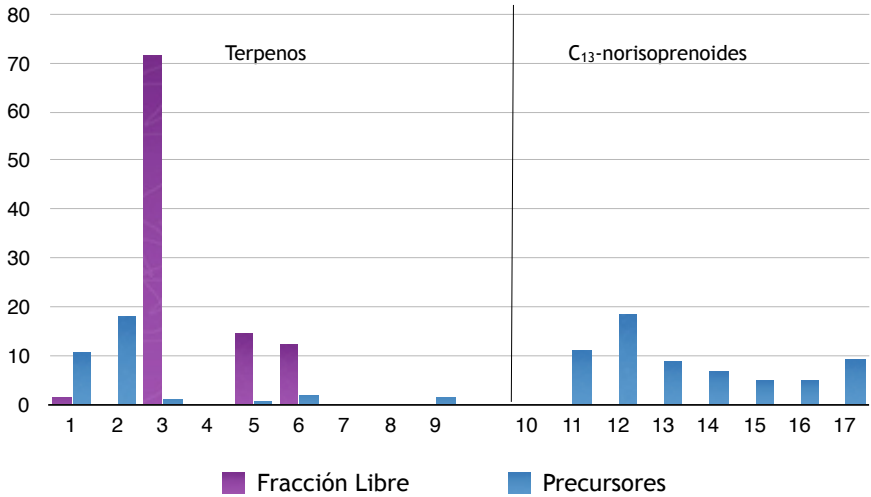


Figura 68. **Perfil aromático varietal del cultivar Sousón. Terpenos y C₁₃-norisoprenoides en sus fracciones libre y precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Hidroxilinalol (4); Nerol (5); Geraniol (6); Ho-trienol (7); α-terpineol (8); Diendoles (9); β-damascona (10); 3-hidroxi-β-damascona (11); 3-oxo-α-ionol (12); 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol (13); 3-hidroxi-7,8-dehidro-β-ionol (14); 4-oxo-7,8-dihidro-β-ionol (15); 3,4-dihidro-3-oxo-actinidol (16); Vomifoliol (17)

3.4. Estudio comparativo de las variedades tintas cultivadas en Galicia en base a su composición aromática

A continuación se presentan cuatro análisis de componentes principales (ACP), que como en el caso de las variedades blancas, tiene como objetivo mostrar una representación gráfica de todas las variedades tintas estudiadas en base a su potencial aromático. Esta representación permite conocer la proximidad o distancia existente entre ellas a nivel de composición aromática.

En la Figura 69 se representa la distribución de las variedades tintas de vid cultivadas en Galicia en base a las diferentes familias de compuestos aromáticos identificadas en los mostos. La representación gráfica muestra dos grupos de variedades, un primer grupo, situado en la parte positiva del eje X, donde se encuentra la variedad Loureiro Tinto, frente a un segundo grupo en el que se encuentran el resto de las variedades, muy próximas entre ellas en su composición aromática. La variedad Pedral estuvo caracterizada fundamentalmente por la familia de los alcoholes, sin embargo el resto variedades aparecen agrupadas en torno al resto de las familias aromáticas.

Un segundo análisis de componentes principales (Figura 70) muestra la distribución de las variedades tintas en base a su composición aromática varietal, terpenos y C_{13} -norisoprenoides, en sus fracciones libre y glicosilada (precursores). En este caso se puede observar que las variedades tintas se sitúan en el plano formando cuatro grupos. Loureiro Tinto y Caíño Tinto situados en la parte positiva y negativa del eje X, respectivamente, y caracterizadas por C_{13} -norisoprenoides ligados en el caso de

Loureiro Tinto y por terpenos libres en Caíño Tinto. Los otros dos grupos de variedades están formados, por un lado, por las variedades Sousón, Mencía y Espadeiro, que comparten características similares respecto a las familias de compuestos varietales, fundamentalmente C_{13} -norisoprenoides libres. Por otro lado, las variedades Pedral, Merenzao y Brancellao estuvieron caracterizadas fundamentalmente por terpenos ligados.

La Figura 71 muestra la distribución de variedades tintas en base a la composición terpénica (fracciones libre y glicosilada). En la representación gráfica se observa un grupo de variedades muy próximas situadas en el centro del gráfico y cuatro variedades algo más dispersas como son la Loureiro Tinto, caracterizada por aromas más florales (geraniol, nerol o Ho-trienol), la Merenzao más cítrica y las variedades Pedral y Sousón, también florales, caracterizadas fundamentalmente por óxidos de linalol en el primer caso y por linalol en el segundo.

Por último, la Figura 72 representa la distribución de variedades tintas de vid cultivadas en Galicia en base a su composición en C_{13} -norisoprenoides (fracciones libre y glicosilada). En este caso la representación gráfica muestra una agrupación de las variedades Caíño Tinto, Espadeiro, Brancellao, Mencía y Sousón que se sitúan próximas a la α -ionona (aromas florales) frente a las variedades Pedral, Merenzao y Loureiro Tinto que resultaron estar caracterizadas por compuestos que aportan aromas florales y frutales.

Figura 69. Distribución de las variedades tintas de vid cultivadas en Galicia en base a su composición aromática total

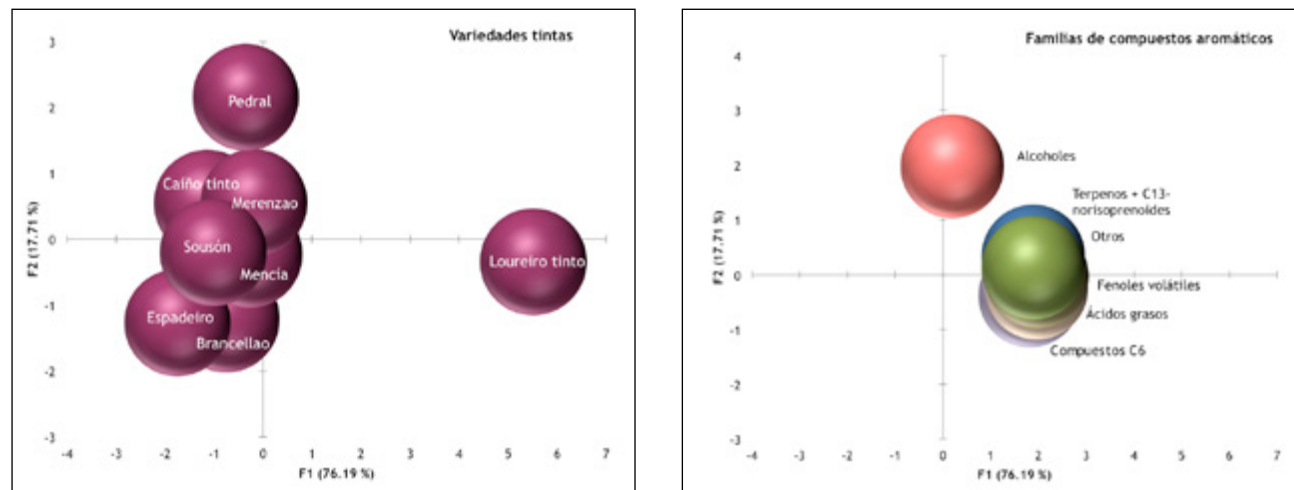


Figura 70. Distribución de las variedades tintas de vid cultivadas en Galicia en base a su composición aromática varietal, terpenos y C₁₃-norisoprenoides, en sus fracciones libre y glicosilada

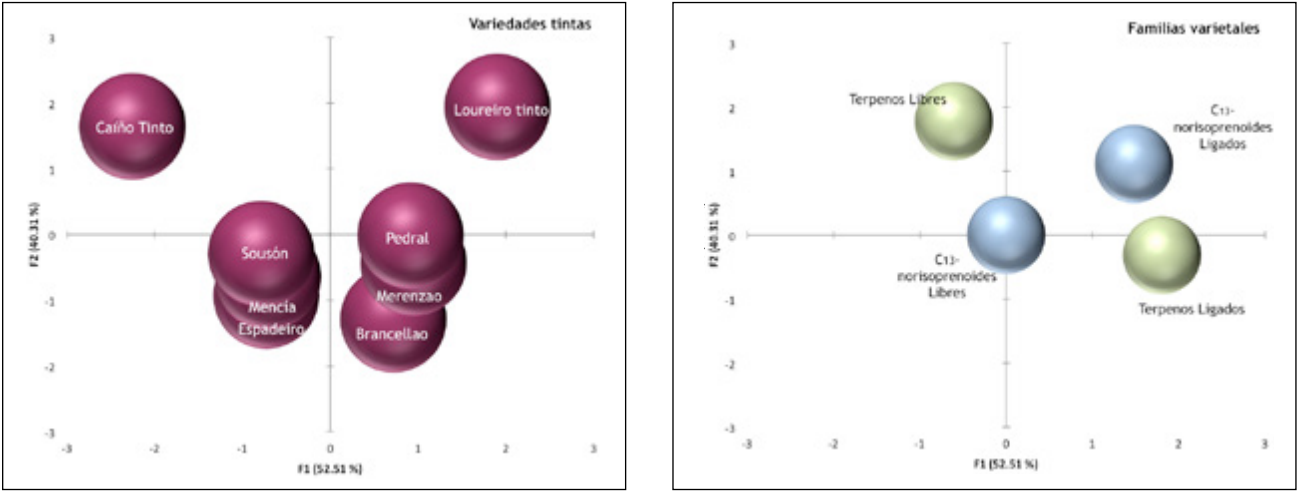


Figura 71. Distribución de las variedades tintas de vid cultivadas en Galicia en base a su composición terpénica

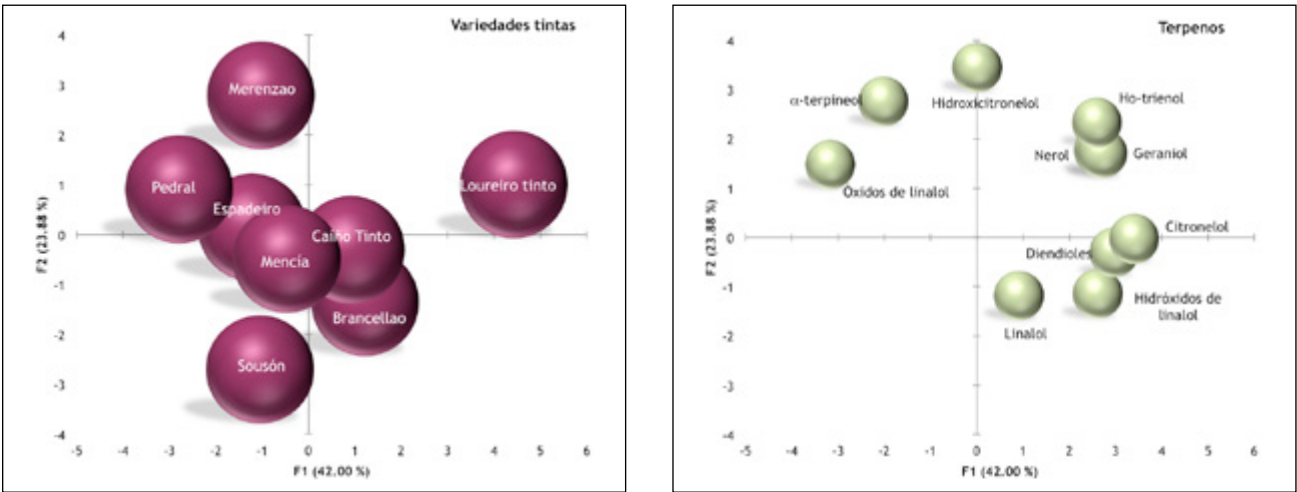
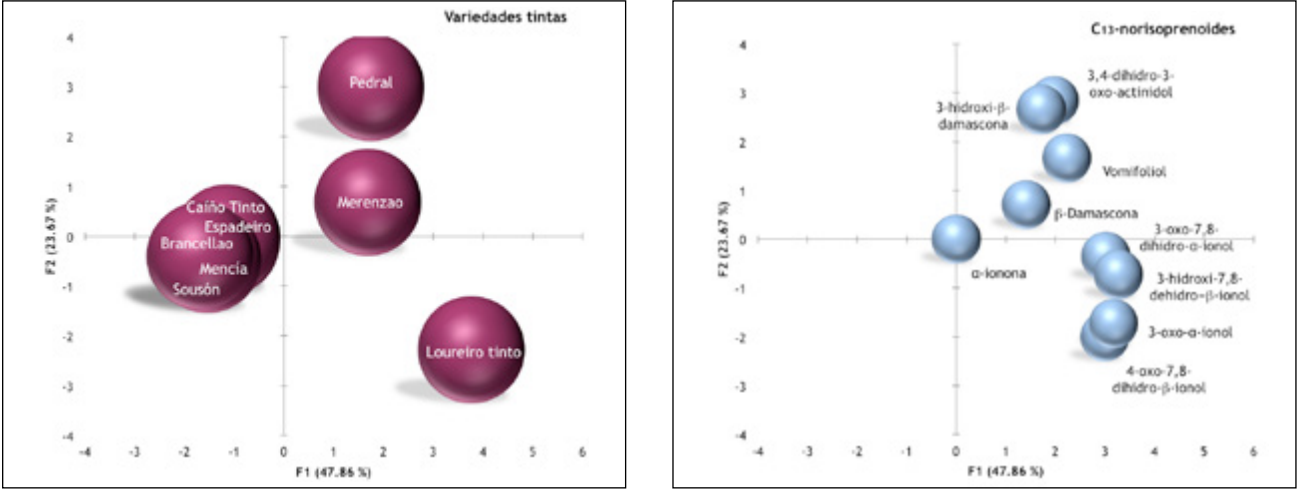


Figura 72. Distribución de las variedades tintas de vid cultivadas en Galicia en base a su composición en C₁₃-norisoprenoides



Referencias bibliográficas

1. Oliveira, J.M. (2000) Aromas varietais e de fermentação determinantes da tipicidade das castas Loureiro e Alvarinho. Ph.D. Tesis, Universidad del Miño, Braga, Portugal.
2. Vilanova, M. & J.M. Oliveira (2012) Application of Gas Chromatography on the Evaluation of Grape and Wine Aroma in Atlantic Viticulture (NW Iberian Peninsula) Capítulo 7, pp. 109-146, Gas Chromatography in Plant Science, Wine technology, Toxicology and Some Specific Applications. Bekir Salih and Omur Celikbicak Editores, ISBN:978-953-51-0127-7.
3. Fischer, U., D. Rothb. & M. Christmann (1999). The impact of geographic origin, vintage and wine estate on sensory properties of *Vitis vinifera* cv. Riesling wines. Food Quality and Preferences. 10: 281-288.
4. Ribéreau-Gayon, P., Y. Glories, A. Maujean & D. Dubourdieu (2000). Varietal aroma. In: Handbook of Enology. Volume 2 – The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments, John Wiley & Sons Ltd., ISBN 0-471-97362-9, Chichester, England, pp.187–206.
5. Sefton, M.A., I.L. Francis & P.J. Williams (1993) The volatile composition of Chardonnay juices: A study by flavor precursor analysis. American Journal of Enology and Viticulture. 44: 359–369.
6. Winterhalter, P. (1993) The generation of C13-norisoprenoid volatiles in Riesling wine. In: Bayonove C.L., Crouzet J., Flanzky C., Martin J.C. & Sapis J.C. (eds), Connaissance Aromatique des Cépages et Qualité des Vins France: Actes du Symposium International. Revue Française d'Oenologie. 33: 65–73.
7. Kotseridis, Y., A. Anocibar-Beloqui, A. Bertrand & J.P. Doazan (1998) An analytical method for studying the volatile compounds of Merlot noir clone wines. American Journal of Enology and Viticulture. 49: 44-48.
8. Di Stefano, R., N. Gentilini & I. Ummano (2000) Studio dei profili aromatici di varietà a frutto bianco coltivate nella zona del Collio. L'Enologo. 38: 95-102.
9. Bayonove, C.L. (1992) Les composés terpéniques. In: Les Acquisitions Récentes en Chromatographie du Vin. Application à l'Analyse Sensorielle des Vins, Porto, 31 Marzo, 1, 2 y 3 Abril, 99-119.
10. Gunata, Y.Z., S.M. Bitteur, R.L. Baumes, J.C. Sapis & C.L. Bayonove (1990) Activités glycosidases en vinification. Perspectives d'exploitation des précurseurs d'arôme de raisin, de nature glycosidique. Revue Française d'Oenologie. 122: 37–41.
11. Gunata, Y.Z., I. Dugelay, J.C. Sapis, R.L. Baumes & C.L. Bayonove (1993) Role of enzymes in the use of the flavour potential from grape glycosides in winemaking. In: Schreier P. and Winterhalter P. (eds), Progress in Flavour Precursor Studies-Analysis, Generation and Biotechnology. Carol Stream, IL: Allured Publishing Corporation, pp. 219–234.
12. Baumes, R.L., C.L. Bayonove & Y.Z. Günata (1994) Connaissances actuelles sur le potentiel aromatique des Muscats. Progrès Agricole et Viticole 111 (11): 251-256.
13. Etievant, P.X. (1991) Wine. In H. Maarse (Ed.), Volatile compounds of food and beverages (pp. 483–5467). New York, USA: Marcel Dekker.
14. Ferreira, V., R. Lopez & J.F. Cacho (2000) Quantitative determination of the odorants of young red wines from different grape varieties. Journal of Sciences of Food and Agriculture 80: 1659–1667.
15. Francis, I.L. & J.L. Newton (2005) Determining wine aroma from compositional data. Australian Journal of Grape and Wine Research. 11: 114–126.
16. Carballeira, L., S. Cortés M.L. Gil & E. Fernández (2001) SPEGC determination of aromatic compounds in two varieties of white grape during ripening. Chromatography Supplement. 53: 350–355.
17. E. Falqué, E. Fernández, & D. Dubourdieu (2001). Differentiation of white wines by their aromatic index. Talanta. 54: 271–281.
18. Diéguez, S.C., L.C. Lois, E.F. Gómez & G.M.L. de la Peña (2003) Aromatic composition of the *Vitis vinifera* grape Albariño. LWT- Food Sciences and Technology, 36: 585-590.
19. Fernández, E. S.M. Cortés, M. Castro, M. Gil & M.L. Gil (1999) Distribution of free and glycosidically bound monoterpenes and norisoprenoids in the skin and pulp of Albariño grapes during 1998 maturation. In: Oenologie 99 – 6th Symposium International d'Oenologie, A. Lonvaud Funel (ed.), Bordeaux. TEC&DOC: Paris, pp.161–164
20. Orriols, I. & F.M. Moreno Camacho (1991) Influencia de las levaduras en la formación de sustancias volátiles en la vinificación de la variedad Albariño. Vitivinicultura. 2(6): 21-24.
21. Versini, G., I. Orriols & A. Dalla Serra (1994) Aroma components of Galician Albariño, Loureira and Godello wines. Vitis. 33: 165–170.
22. Vilanova, M. & C. Sieiro (2006) Determination of free and bound compounds in Albariño wine. Journal of Food Composition and Analysis. 19(6-7): 694-697.
23. Zamuz, S. & M. Vilanova (2006) Comparative study of volatile composition of *Vitis vinifera* cv. Albariño white wines from different origins. Flavour and Fragrance Journal. 21: 743-748
24. Vilanova, M. & C. Sieiro (2006) Contribution by *Saccharomyces cerevisiae* yeast to fermentative flavour compounds in wines from cv. Albariño. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology. 33 (11): 929-933.
25. Vilanova, M., S. Zamuz, F. Vilariño & C. Sieiro (2007) Effect of terroir on the volatiles of *Vitis vinifera* cv. Albariño. Journal of the Sciences of Food and Agriculture. 87: 1252-1256
26. Vilanova, M., S. Zamuz, J. Tardaguila & A. Masa (2008) Characterization by descriptive analysis of *Vitis vinifera* cv. Albariño. Journal of the Sciences of Food and Agriculture. 88: 819-823.
27. Vilanova, M., Z. Genisheva, A. Masa & J.M. Oliveira (2010) Correlation between volatile composition and sensory properties in Spanish Albariño wine. Microchemical Journal. 95: 240-246.
28. Oliveira, J.M., I.M. Araujo, O.M. Pereira, J.S. Maia, A.J. Amaral & M.O. Maia (2004) Characterization and differentiation of five Vinhos Verdes grape varieties on the basis of monoterpene compounds. Analytica Chimica Acta. 513: 269–275.
29. Genisheva, Z. & J. M. Oliveira (2009) Monoterpene characterization of White cultivars from Vinhos Verdes appellation of origin (North Portugal). Journal of Institute of Brewing. 115: 308–317.
30. Vilanova, M. & C. Sieiro (2006) Determination of free and bound compounds in Albariño wine. Journal of Food Composition and Analysis. 19(6-7): 694-697.
31. Vilanova, M. & F. Vilariño (2006) Influence of geographic origin on aromatic descriptors of Albariño wines. Flavour and Fragrance Journal. 21(2): 373-378.
32. Zamuz, S. & M. Vilanova (2006) Volatile composition of the *Vitis vinifera* Albariño musts according to geographic area from Rías Baixas AOC (Spain). Italian Journal Food Sciences. 3 (18): 323-328.
33. Zamuz, S. & M. Vilanova (2006) Comparative study of volatile composition of *Vitis vinifera* cv. Albariño white wines from different origins. Flavour and Fragrance Journal. 21: 743-748.
34. Oliveira, J.M., M.O. Maia, R.L. Baumes & C.L. Bayonove (2000) Free and bound aromatic components of Loureiro and Alvarinho grape varieties from the Vinhos Verdes region. Viticulture and Enology Science. 55: 13–20.
35. Oliveira, J.M., P. Oliveira, R.L. Baumes & M.O. Maia (2008) Volatile and glycosidically bound composition of Loureiro and Alvarinho wines. Food Sciences and Technology International. 14: 341–353.

-
36. Oliveira, J.M., P. Oliveira, R.L. Baumes & M.O. Maia (2008) Changes in aromatic characteristics of Loureiro and Alvarinho wines during maturation. *Journal of Food Composition and Analysis*. 21: 695–707.
 37. Vilanova, M., Z. Genisheva, L. Bescansa, A. Masa & J.M. Oliveira (2009) Volatile composition of fermented must from *Vitis vinifera* Agudelo, Serradelo and Blanco lexítimo from Betanzos (NW Spain). *Journal of Institute of Brewing*. 115 (1): 35–40.
 38. Vilanova, M., Z. Genisheva, L. Bescansa, A. Masa & J.M. Oliveira (2012) Changes in free and bound fractions of aroma compounds of four *Vitis vinifera* cultivars at the last ripening stages. *Phytochemistry*. 74: 196–205.
 39. Losada, M.M. (1999) Estudio de la influencia de distintos factores en los caracteres físico-químicos y organolépticos en vinos elaborados con uvas de la variedad Godello. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.
 40. Losada, M.M., J. Andrés, J. Cacho, E. Revilla, F. Jorge & J.F. López (2010) Influence of some prefermentative treatments on aroma composition and sensory evaluation of white Godello wines. *Food Chemistry*. 125 (3): 884–891.
 41. Vilanova, M. (2006) Sensory descriptive analysis and consumer acceptability of Godello wines from Valdeorras Appellation Origin Controlée (northwest Spain). *Journal of Sensory Studies*. 21: 262–372.
 42. Vilanova, M., Masa A. & Tardaguila J. (2009) Evaluation of the aromatic variability of Spanish grape by Quantitative Descriptive Analysis. *Euphytica*. 165 :383–389.
 43. Vilanova, M., A. Escudero, M. Graña & J. Cacho (2013) Volatile composition and sensory properties of *Vitis vinifera* white cultivars from NW Spain. Correlation between sensory and instrumental analysis. *Food Research International*. 54: 562–568.
 44. Vilanova, M., S. Cortés, J.L. Santiago, C. Martínez & E. Fernández (2007) Aromatic compounds in wines produced during fermentation: effect of three red cultivars. *Internacional Journal of Food Properties*. 10: 867–975.
 45. Vilanova, M., S. Cortés, J.L. Santiago, C. Martínez & E. Fernández (2008) Potent contribution of some grape-derived aromatic compounds to the primary aroma in red wines from cv. Caíño Tinto, cv. Caíño Bravo and cv. Caíño Longo grapes. *Journal of Agricultural Sciences*. 146 (3): 325–332.
 46. Vilanova, M. & M.C. Martínez (2007) A first study of aromatic compounds of red wine from *Vitis vinifera* cv. Castañal grown in Galicia (NW Spain). *European Food Research and Technology*. 224: 431–436.
 47. Canosa, P., J.M. Oliveira, A. Masa & M. Vilanova (2011) Study of the volatile and glicodically composition of minority *Vitis vinifera* cultivars from NW Spain. *Journal of Institute of Brewing*. 117(3): 462–471.
 48. Vilanova, M., E. Campo, A. Escudero, M. Graña, A. Masa & J. Cacho (2012) Volatile composition and sensory properties of *Vitis vinifera* red cultivars from NW Spain. *Analytica Chemical Acta*. 720:104–111.
 49. Noguerol-Pato, R., C. González-Barreiro, B. Cancho-Grande, J. Simal-Gándara (2009) Quantitative determination & characterisation of the main odorants of Mencía monovarietal red wines. *Food Chemistry*. 117:473–484.
 50. Vilanova, M. & B. Soto (2005) The impact of geographic origin on sensory properties of *Vitis vinifera* cv. Mencía. *Journal of Sensory Studies*. 20: 503–511.
 51. Vilanova, M., I. Rodríguez, P. Canosa, I. Otero, E. Gamero, D. Moreno, I. Talaverano & E. Valdés (2015) Variability in chemical composition of *Vitis vinifera* cv Mencía from different geographic areas and vintages in Ribeira Sacra (NW Spain). *Food Chemistry*. 169 (15): 187–196.